

CUP: PROV0000001227

CIG : _____



COMUNE DI CASTREZZATO

Provincia di Brescia

SCUOLA PRIMARIA DI PRIMO LIVELLO DENOMINATA
"AI CADUTI" - ADEGUAMENTO SISMICO
VIA MARCONI

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Beretta	Giovannone	Berlucchi	Revisione generale	01.12.2017	01.12.2017	02
Beretta	Giovannone	Berlucchi	Revisione generale	28.07.2017	28.07.2017	01
Beretta	Giovannone	Berlucchi	Prima emissione	14.12.2016	14.12.2016	00
Redatto	Visto	Approvato	Ragione dell'emissione	Architettonici (agg./data/altro)	Data	Revisione

ELABORATO:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE

VISTO R.U.P.:

COMMITTENTE:

COMUNE DI CASTREZZATO - PIAZZA RISORGIMENTO, 1

PROGETTO ARCHITETTONICO:

arch. GIOVANNI BERLUCCHI

COORDINATORE RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE:

arch. GIOVANNI BERLUCCHI

PROGETTO DELLE STRUTTURE:

ing. GIANNI GIOVANNONE

DIREZIONE LAVORI STRUTTURE:

ing. GIANNI GIOVANNONE

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE:

geom. GIANLUIGI COMINI

GEOLOGO:

geol. GUIDO TORRESANI



SCALA:

NUMERAZIONE
PROGETTO:

15.047 PE AR 1.0 r02



Indice generale

1. OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	2
1.1 Introduzione e descrizione dell'opera.....	2
1.2 Descrizione della tipologia strutturale.....	12
1.2.1 Risultati del rilievo della struttura in muratura.....	18
1.2.2 Risultati del rilievo della struttura in calcestruzzo armato.....	18
1.3 Documenti di riferimento.....	19
2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA PROCESSO DI VALUTAZIONE STRUTTURALE.....	20
2.1 Analisi dei carichi gravitazionali.....	20
2.2 Combinazioni di carico e masse partecipante.....	20
2.3 Azione sismica e verifiche globali.....	20
2.4 Risultati analisi non lineare.....	21
2.5 Analisi locali.....	22
3. INTERVENTI LOCALI.....	23
4. CONCLUSIONI E SINTESI DEI RISULTATI.....	71



1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

1.1 Introduzione e descrizione dell'opera

La presente relazione ha per oggetto la verifica di vulnerabilità sismica della struttura della scuola elementare sita in via Guglielmo Marconi, 35, nel comune di Castrezzato.

A seguito dell'esito dello studio verranno presi in considerazione tutti gli interventi necessari per l'adeguamento sismico della struttura stessa.

Viene altresì valutato lo stato di conservazione della copertura in legno esistente per verificare la possibilità di mantenere in opera le strutture esistenti che sono storicizzate, applicando solo gli interventi di sostituzione necessari a quegli elementi eccessivamente ammalorati o inadeguati per sottodimensionamento originario.

Il complesso scolastico è costituito da una grossa struttura realizzata in mattoni risalente ai primi anni del novecento e da un ampliamento realizzato in calcestruzzo armato, eseguito nel 1985 in continuità d'opera con l'edificio esistente.

L'edificio in muratura ha una pianta a "ferro di cavallo" ed è interamente realizzato in muratura portante di spessore decrescente al crescere della quota. Esso è costituito da due piani fuori terra, utilizzati per lo svolgimento delle lezioni scolastiche e un piano interrato, sottostante la sola parte centrale, adibito a magazzino.

L'edificio in calcestruzzo è stato realizzato successivamente all'edificio in muratura ed è stato costruito in continuità all'esistente. Esso è caratterizzato da due piani fuori terra e da un piano interrato.

Quest'ultima annessione è risultata necessaria verso la metà degli anni ottanta per andare incontro alle maggiori necessità di spazi didattici. Il volume è in effetti



occupato interamente da aule scolastiche con i relativi servizi.

La scuola si inserisce in un plesso di grandi dimensioni che include anche le scuole medie, palestra per gli studenti, aree a verde e la palazzina con la dirigenza scolastica. A seguito alcune immagini.

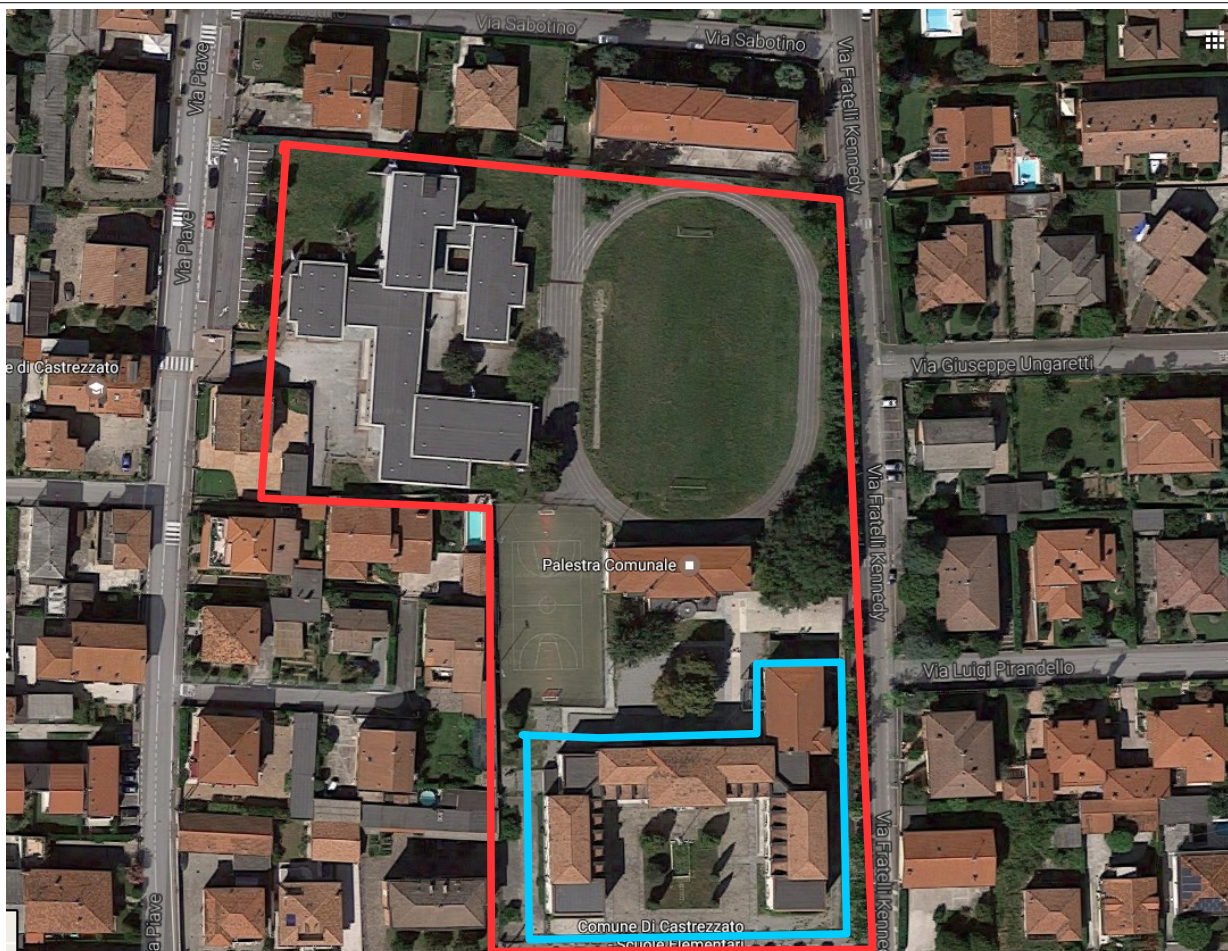


Figura 1: complesso scolastico - vista d'insieme



Figura 2: vista dall'ingresso



Figura 3: fronte principale



Figura 4: fronte posteriore



Figura 5: atrio principale



Figura 6: scala interna lato est



Figura 7: accesso al volume in calcestruzzo



Figura 8: corridoio verso la scuola in muratura

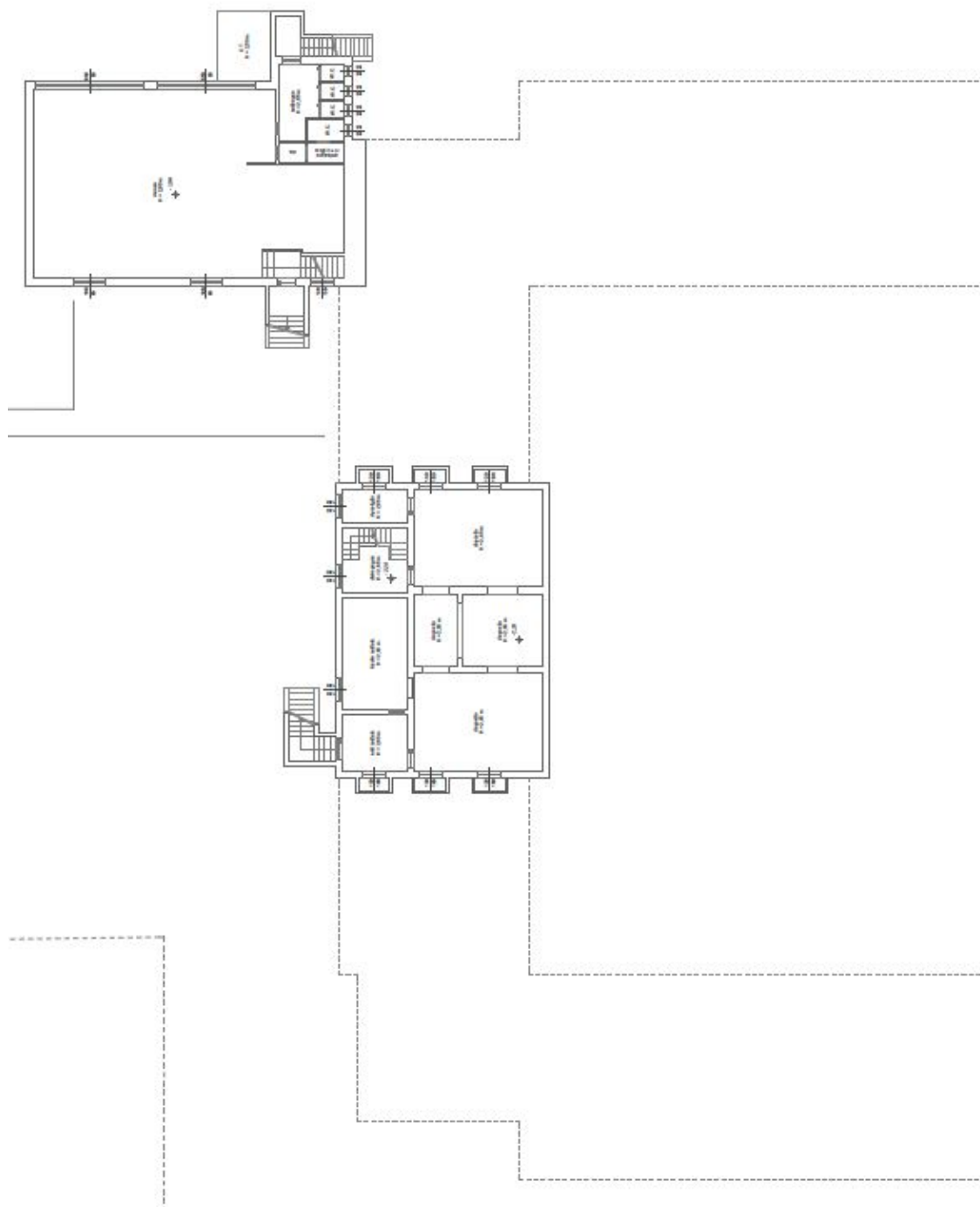


Figura 9: rilievo interrato

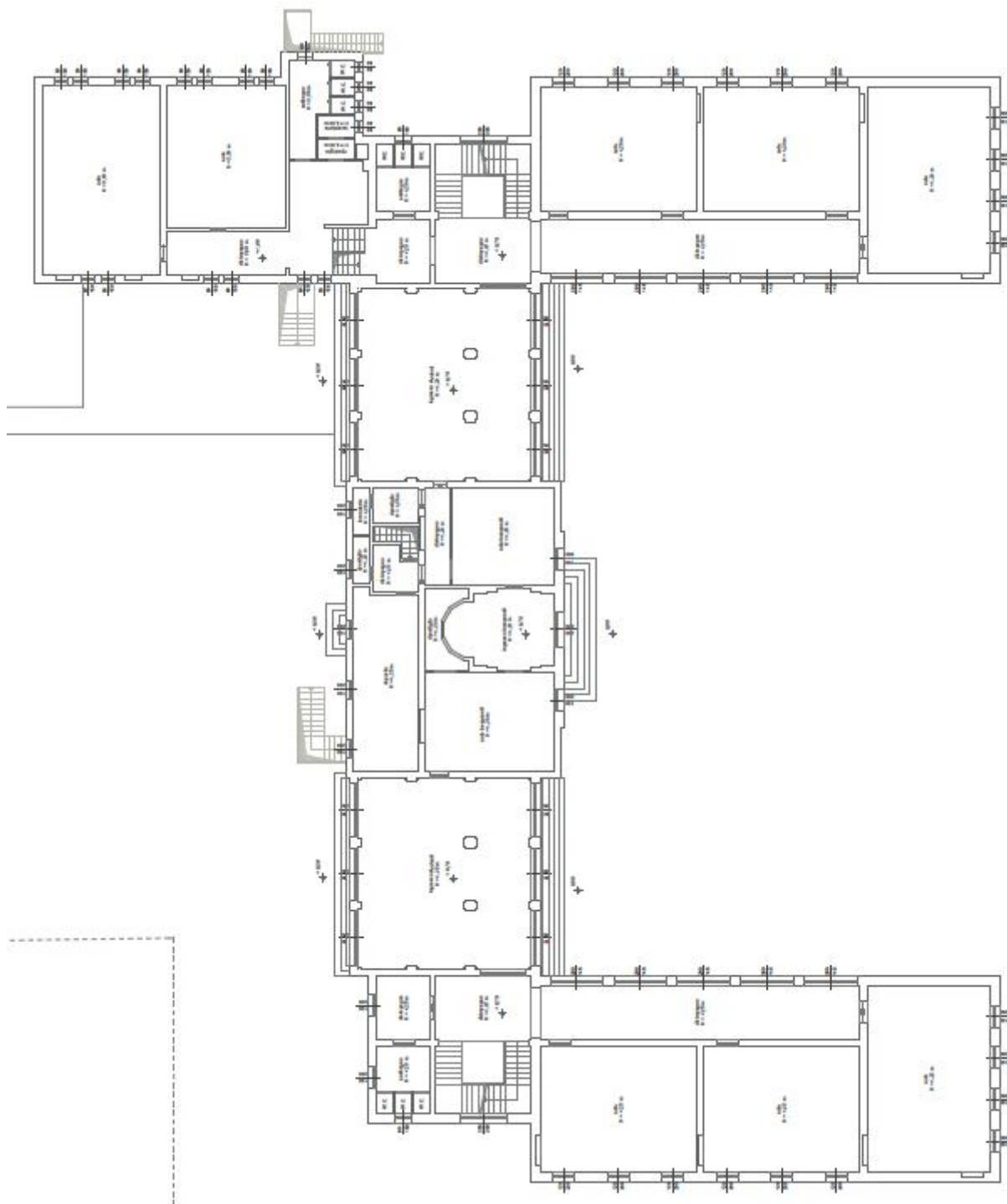


Figura 10: rilievo piano terra

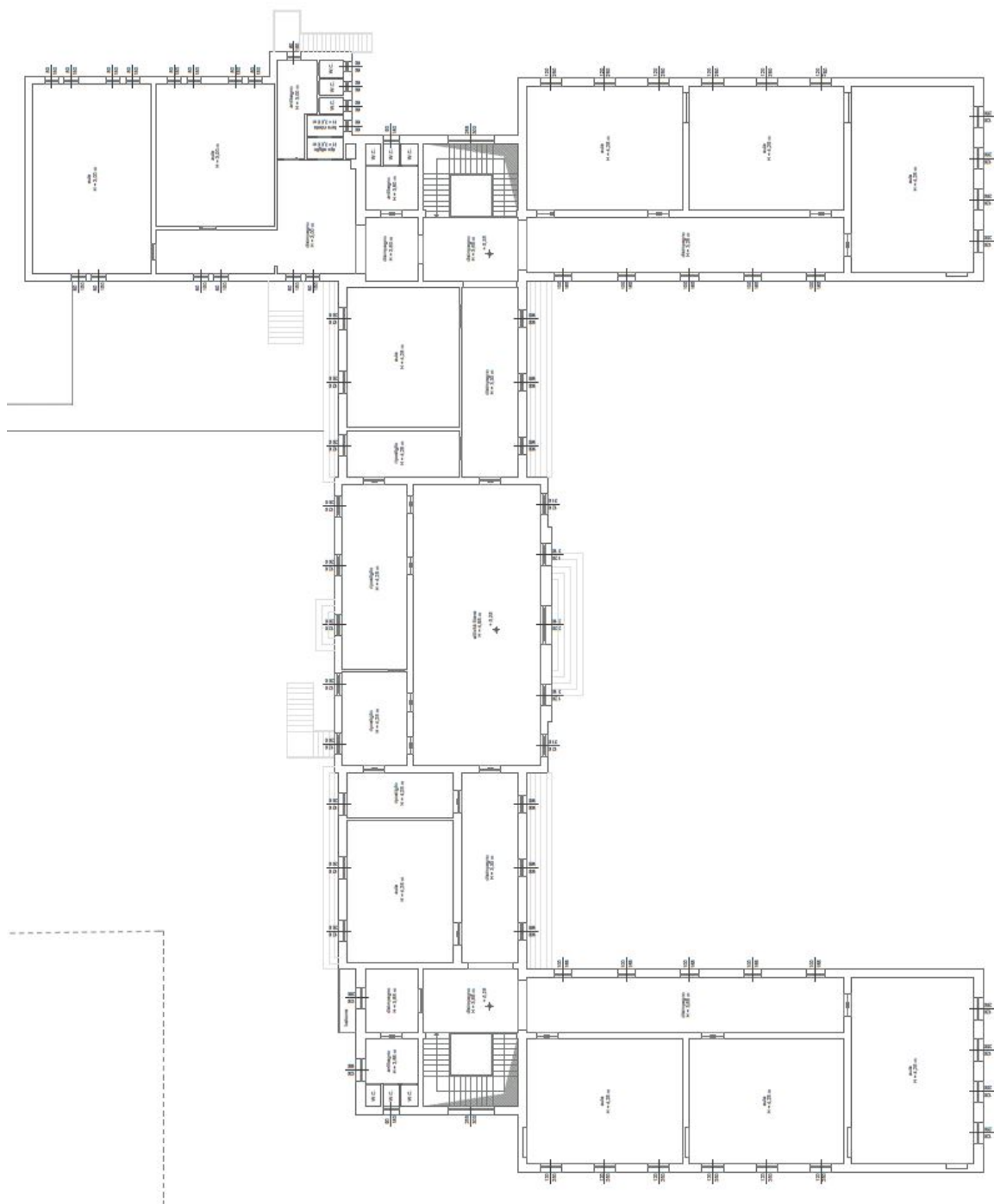


Figura 11: rilievo piano terra

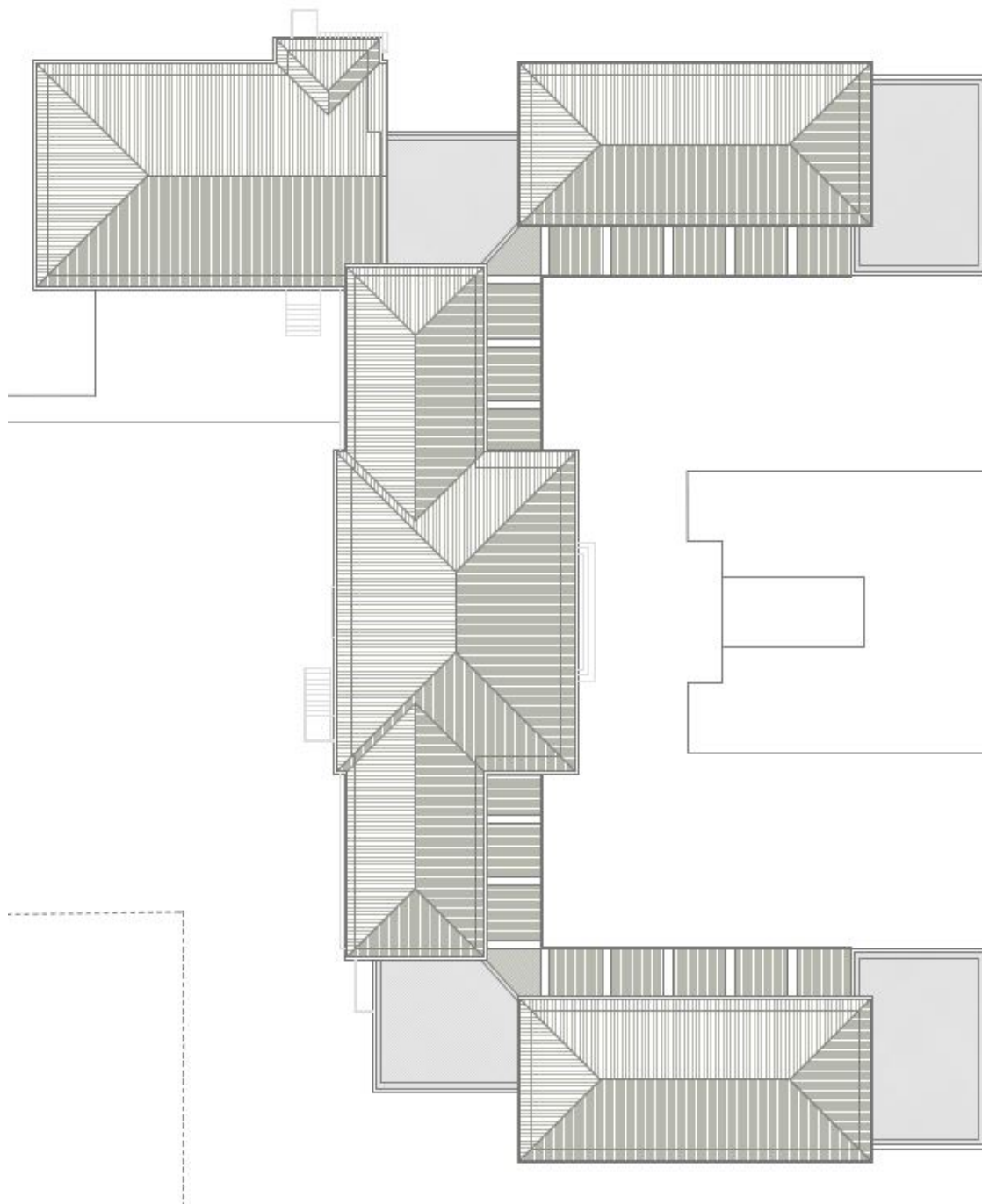


Figura 12: rilievo copertura



1.2 Descrizione della tipologia strutturale

I due edifici che compongono la scuola elementare presentano tipologie realizzative tipiche del periodo di costruzione.

Il volume principale è realizzato in muratura portante con letti di malta di calce. Le murature portanti, sia perimetrali che interne presentano spessori variabili da quattro fino a due teste, diminuendo con il crescere dell'altezza dell'edificio. Le fondazioni sono costituite dal prolungamento di circa 50 cm dei muri portanti. L'edificio dispone di un piano interrato esclusivamente per la parte centrale del volume principale, con struttura perimetrale in calcestruzzo armato e setti interni in murature.

I solai interpiano sono realizzati in travetti e pignatte orditi parallelamente alle pareti lunghe dell'edificio.

La copertura a falde è costituita da travi e travetti in legno massiccio e da tegole di tipo "marsigliese".

Il volume di più recente costruzione presente una struttura tradizionale con telaio in calcestruzzo armato (pilastri e travi) con orizzontamenti in latero-cemento, le fondazioni sono costituite da plinti i quali perimetralmente sono stati collegati tra di loro.

La copertura a falde è realizzata con muricci e tavelloni.

Le dimensioni e le caratteristiche delle sezioni in c.a. sono state ricavate dai disegni progettuali esistenti. Per quanto riguarda il rilievo della parte in calcestruzzo armato oltre al rilievo strutturale dettagliato sono stati utilizzati i disegni tecnici originali (le immagini relative a tali disegni tecnici vengono riportati in Allegati A.2). In tali disegni sono riportati oltre alle caratteristiche geometriche delle sezioni degli elementi portanti e dei ferri di carpenteria ad esse associate, anche le caratteristiche meccaniche dei materiali.



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.





Figura 13: murature perimetrali e fondazioni



Figura 14: muratura perimetrale





Figura 15: muratura perimetrale



Figura 16: fondazioni in cls dell'interrato

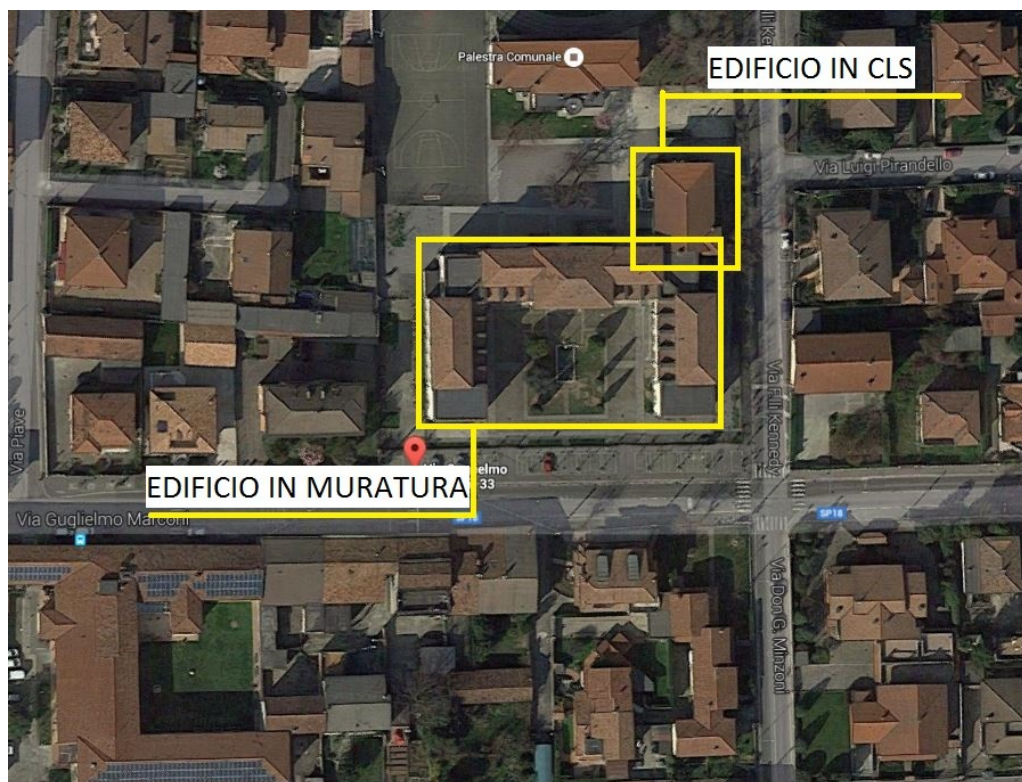


Figura 17: divisione edifici



Figura 18: copertura, esterno



Figura 19: orditura lignea della copertura

Lo scopo del seguente lavoro è la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico con i conseguenti interventi necessari ad un suo adeguamento sismico in conformità alle normative vigenti.

Nella presente relazione verranno illustrati gli interventi resi necessari a tale scopo. Per una valutazione dello stato conservativo della copertura e dei relativi interventi si rimanda ai paragrafi successivi.



1.2.1 Risultati del rilievo della struttura in muratura

Dal rilievo della struttura in muratura sono emerse le seguenti caratteristiche:

- La struttura portante risulta essere costituita da murature ordinarie, costituite da mattoni pieni alternati da letti di malta di calce;
- I solai sono in latero-cemento;
- La copertura a falde è costituita da capriate in legno massiccio sulle quali poggiano le travi di colmo e le terzere anch'esse in legno massiccio;
- A livello del terzo solaio sono state rilevate delle volte le quali sono caratterizzate da uno spessore molto modesto, pari alla testa di una tavella;
- Presenza di numerose nicchie nelle pareti portanti soprattutto al piano terra;

Dal rilievo strutturale e dai sondaggi effettuati è possibile affermare che le murature sono realizzate con laterizi di buona fattura così come la malta intercorso risulta sana e integra. I solai in latero-cemento non presentano lesioni né assestamenti ed il loro peso è scaricato in maniera uniforme alle murature che non presentano fessurazioni.

Le volte al piano primo realizzate in tavelle in foglio necessitano di messa in sicurezza specifica.

Le travi lignee della copertura risultano, in alcuni elementi, eccessivamente deformate probabilmente a causa degli effetti viscosi, caratterizzanti le strutture in legno. Inoltre i collegamenti tra gli elementi strutturali costituenti la copertura risultano essere inadeguati ad una trasmissione degli sforzi sollecitanti ed andranno conseguentemente migliorati.

Si può affermare che dal punto di vista sismico già solo da una indagine visiva la struttura portante ha bisogno di interventi locali. Nel paragrafo 4.1 vengono descritte le verifiche secondo la normativa vigente del comportamento sia globale che locale della struttura.

1.2.2 Risultati del rilievo della struttura in calcestruzzo armato

Dal rilievo della struttura in calcestruzzo armato sono emerse le seguenti caratteristiche:



- La struttura portante a cui si fa riferimento è a telaio con travi e pilastri sui quali grava un solaio in latero-cemento;
- La copertura è costituita da un solaio piano in latero-cemento sul quale sono stati posizionati muricci e tavelloni per creare le falde del tetto;
- Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzato è R_{ck} pari a 30 MPa;
- Il piano interrato è costituito da muri in calcestruzzo armato;
- Le fondazioni sono costituite da plinti isolati i quali sono stati collegati, solamente sul perimetro dell'edificio, nelle due direzioni.

Dai dettagli costruttivi ricavati dai disegni tecnici e osservando i requisiti normativi del tempo la struttura portante non risulta essere una struttura sismo-resistente. Infatti per come stati disposti i ferri nelle travi non è possibile affermare che vi sia una trasmissione dei momenti sollecitanti dalle travi ai pilastri, con seguente inadeguatezza ad assorbire le azioni orizzontali sollecitati (azioni sismiche). Dovrà di conseguenza essere applicato un insieme di interventi locali anche sulle strutture per rendere ogni elemento conforme a quanto richiesto dalla normativa vigente.

1.3 Documenti di riferimento

La prima fase dello studio dell'edificio è stata svolta analizzando i documenti a disposizione per la parte della struttura in calcestruzzo armato:

- Tavole strutturali complete, con indicazione dei materiali adottati e della disposizione delle armature;
- Relazione finale del direttore dei lavori;
- Collaudo statico.

Per la struttura in muratura non sono stati ritrovati documenti ufficiali e quindi sono state utilizzate le informazioni derivanti dal rilievo geometrico e dalle indagini visive.



2. ILLUSTRAZIONE SINTETICA PROCESSO DI VALUTAZIONE STRUTTURALE

2.1 Analisi dei carichi gravitazionali

Vengono riportati, i valori caratteristici dei carichi per unità di superficie, distinguendo tra carichi permanenti (G), ottenuti sommando la quota di carichi strutturali (G_1) e la quota di non strutturali (G_2), e variabili (Q), valutati in accordo ai documenti di riportati al paragrafo 1.4, per quanto riguarda i variabili, in accordo alla tabella 3.1.II del D.M. 14/01/2008, considerando l'attuale destinazione d'uso delle diverse zone degli edifici.

2.2 Combinazioni di carico e masse partecipante

Le combinazioni di carico utilizzate nella verifica della struttura sono ottenute in accordo al punto 2.5 del D.M. 14/01/2008.

2.3 Azione sismica e verifiche globali

La risposta sismica dell'edificio è valutata con il metodo dell'analisi dinamica lineare. Infatti per la sua forma a "ferro di cavallo", l'annessione della parte in calcestruzzo armato e per le non regolarità in pianta e in elevazione si è ritenuto che un'analisi statica lineare non portasse ad un risultato veritiero. Nell'analisi si è considerato lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

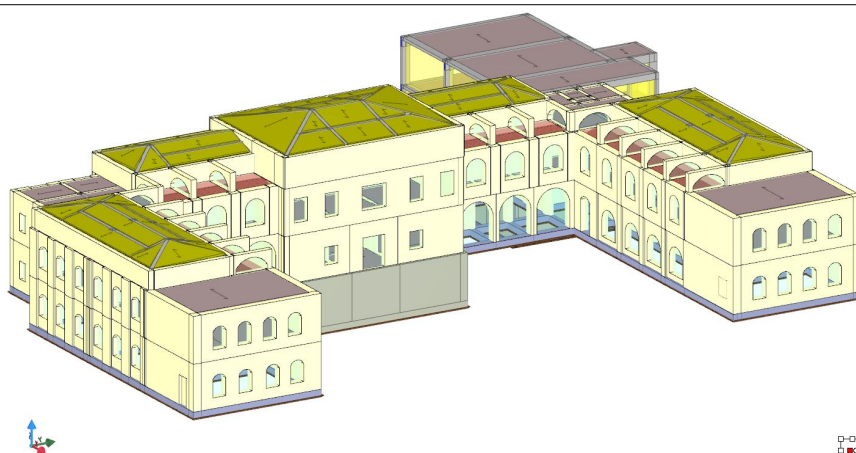


Figura 20: modello utilizzato per le verifiche globali



2.4 Risultati analisi non lineare

Nella tabella sottostante vengono riportati una parte dei risultati dell'analisi push-over, i rimanenti sono stati riportati al paragrafo degli allegati A.3. Si può osservare come gli interventi che sono stati dimensionati generino un beneficio alla struttura con un suo conseguente adeguamento come richiesto dalla normativa vigente.

Risulta evidente come l'accelerazione massima che può assorbire la struttura risulta superiore al 100% e quindi essa risulta essere in grado di assorbire totalmente le azioni orizzontali derivanti dal sisma.

RISULTATI GENERALI PUSH-OVER			
PUSH-OVER N.ro	1 -	DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE +Ecc5%	
Angolo Ingr. Sisma (Grd)	0	Numero collassi totali	1
Numero passo Resist.Max.	83	Numero passi significativi	83
Massa SDOF (t)	2083.66	Taglio alla base max. (t)	754.73
Coeff. Partecipazione	1.27	Resistenza SDOF (t)	550.37
Rigidezza SDOF (t/m)	79636.74	Spostam. Snervam. SDOF mm	7
Periodo SDOF (sec)	0.32	Rapporto di incrudimento	0.000
Rapporto Alfau/alfa1	41037.441	Fattore struttura	1.941
Coeff Smorzam.Equival.	22.000	Duttilita	2.253
STATO LIMITE DI DANNO			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	3.897	Spostamento mm	12.166
S.L. Danno	VERIFICATO	Numero passo precedente	76
PgaLD/g	0.114	PgaLD/Pga 63%	2.780
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0.56	Asta3D Nro	
		TrCLD	297.000
		(TrCLD/TDL D)^a	2.411
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	12.884	Spostamento mm	15.567
S.L. Salvaguardia Vita	VERIFICATO	Numero passo precedente	83
PgaLV/g	0.139	PgaLV/Pga 10%	1.164
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	1.65	Asta3D Nro	
		TrCLV	495.000
		(TrCLV/TDLV)^a	1.179

Infatti dalla tabella di può osservare come il rapporto PgaLD/Pga [%] risulta sempre maggiore dell'unità come richiesto delle normative tecniche. Le due quantità rappresentano rispettivamente la massima accelerazione sopportabile dall'intera struttura e l'accelerazione massima derivante dal sisma.



In definitiva, gli interventi locali a seguito illustrati e spiegati nella relazione tecnica permettono di considerare la struttura nel suo complesso totalmente resistente alle azioni sismiche e di comportamento conseguente alla tipologia strutturale ed alla conformazione geometrica complessiva e delle sezioni costituenti.

2.5 Analisi locali.

Le verifiche locali ed i conseguenti interventi per ovviare alla suddette carenze vengono effettuate su tutti gli elementi strutturali facenti parte del meccanismo globale dell'edificio. A seguito si illustrano gli interventi.



3. INTERVENTI LOCALI

Intervento in copertura

Durante il sopralluogo nel sottotetto sono stati mappati tutti i fenomeni di degrado e lo stato di conservazione degli elementi costituenti la copertura in modo da definire compiutamente la possibilità di mantenere o meno in opera gli elementi principali. Va sottolineato che, a causa della discontinuità del manto di copertura (tegole e assito) i fenomeni di marcescenza dei travetti hanno danneggiato questi ultimi tanto da doverli sostituire con un'orditura secondaria ex novo. L'orditura principale ha subito in maniera generalmente migliore i fenomeni di dilavamento e di naturale degrado, anche se in modo non uniforme. Dato il periodo di realizzazione della stessa ed i successivi rimaneggiamenti si è osservato che molte travi possono essere mantenute in opera mentre altre hanno perso la loro funzione presumibilmente a causa di un sottodimensionamento originario tanto da dover essere puntellate. A seguito vengono passate in rassegna le travi con indicazione degli interventi puntuali da realizzare (si faccia inoltre riferimento alle tavole di rilievo del degrado della copertura 6.17) considerando anche che, in fase di cantiere, quando la copertura può essere raggiunta in tutte le sue parti comprese quelle annegate nella muratura, potranno essere necessari interventi lievemente modificati (ma sempre nel rispetto del materiale) in caso di riscontro di fenomeni di degrado ulteriori. In fase di rilievo è stata inoltre riscontrata la presenza di una cordolatura perimetrale in calcestruzzo non armato e realizzata in maniera disordinata con laterizi di completamento. Questa cordolatura rigida e pesante anche se non armata verrà rimossa fino al piano di appoggio degli elementi in legno e verrà ricostruita in laterizi, inserendo lungo tutto il perimetro del paramento un UPN220 in acciaio S235, come cordolo metallico, opportunamente connesso alla muratura mediante due M16 alternati aventi un passo pari a 50 cm.

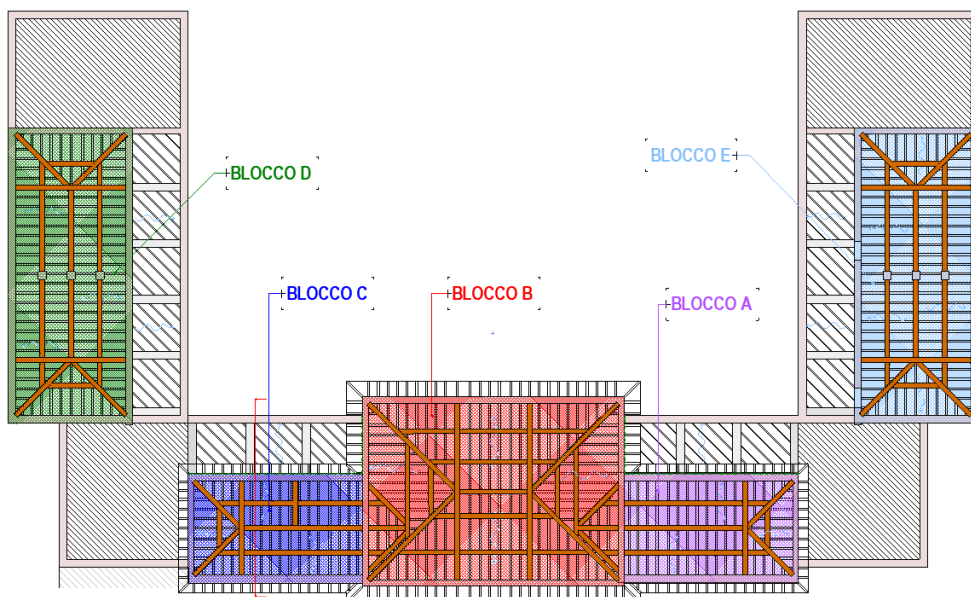


Figura 21: divisione in blocchi dell'edificio

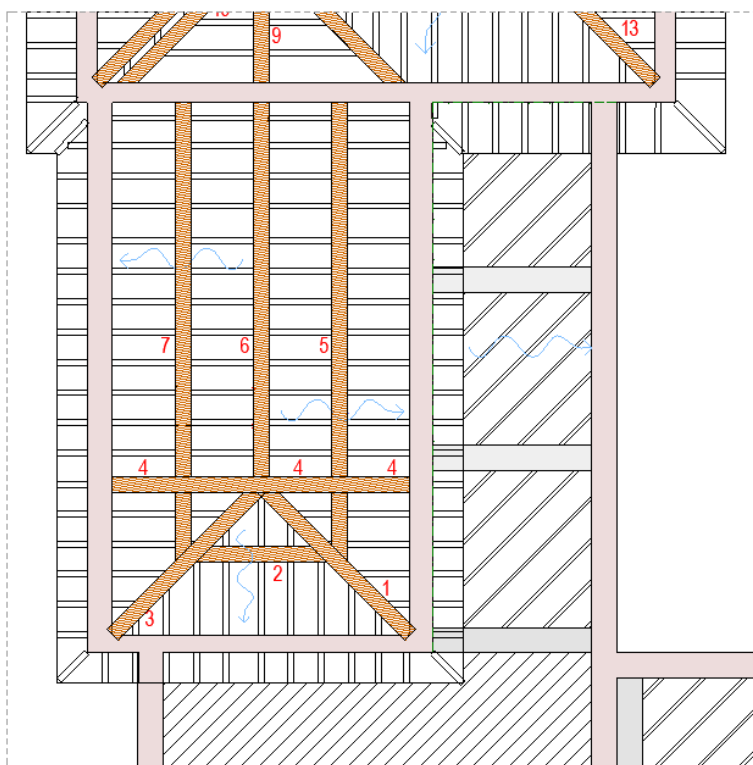


Figura 22: blocco A



SCHEGGIATURA SUPERFICIALE



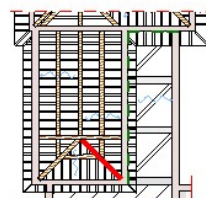
TRACCE DI DILAVAMENTO



COLLEGAMENTO ORIGINARIO INTATTO



La trave inclinata che forma il displuvio può essere mantenuta in opera.
Necessita un trattamento superficiale di pulizia e sabbatura ed eventuali piccole stuccature



TRAVE 1

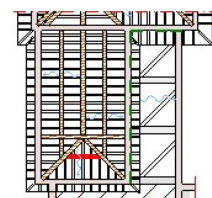
La trave di displuvio non presenta danni significativi dovuti a marcescenza indotti dagli agenti atmosferici. Non si notano particolari lesioni o fratture a parte una scheggiatura superficiale.

I nodi centrali ed il collegamento con le terzere, realizzati con fasciature metalliche sono ancora intatti.

Non si ritiene necessario eseguire interventi sulle travi in questione di carattere strutturale. In fase di cantiere andranno sabbiate e pulite e verificate.



La trave rompitratto può essere mantenuta in opera.
Necessita un trattamento superficiale di pulizia e
sabbatura ed eventuali piccole stuccature



TRAVE 2

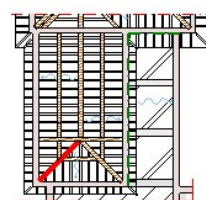
La terza non presenta danni e la sezione risulta essere adeguata ai carichi tanto da non mostrare inflessioni.

Si notano le caratteristiche fessure orizzontali tipiche delle variazioni di stato dei legnai nel tempo.

In fase di cantiere la trave andrà pulita e sabbata e, qualora si verifichi una profondità eccessiva delle lesioni, queste verranno stuccate con prodotti compatibili in dispersione acquosa.



La trave inclinata che forma il displuvio può essere mantenuta in opera.
Necessita un trattamento superficiale di pulizia e
+ sabbiatura ed eventuali piccole stuccature



TRAVERE 3

La trave di displuvio non presenta danneggiamenti particolari e le connessioni sia al nodo superiore che con le terzere, eseguiti con fasce metalliche risultano essere adeguatamente in opera.

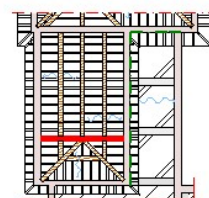
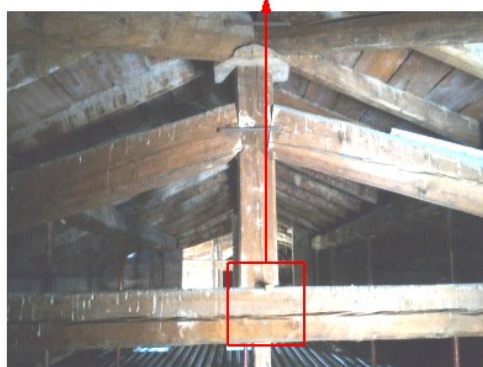
In fase di cantiere si verificherà che la sezione immersa nella muratura non presenti marcescenza.



PERDITA DELLO SCHEMA "A CAPRIATA"



La capriata ha perso lo schema classico di funzionamento per questi elementi. L'intervento ipotizzato è di rinforzo della catena con profilati metallici per garantire il funzionamento "a trave" o la sostituzione della capriata



CAPRIATA 4

La capriata ha perso il caratteristico schema di funzionamento con il monaco che si è appoggiato alla catena portando sollecitazioni flessionali aggiuntive alla catena che nasce solo per resistere a sollecitazioni di trazione. In questa condizione è necessario ridurre la lunghezza del monaco in modo che non appoggi alla catena e rinforzare la stessa con l'inserimento di profili UPN metallici vincolati alla catena tessa.

Come si vede dalle immagini il nodo superiore in cui appoggiano colmo e displuvi risulta in opera senza danni, torsioni o lesioni particolari.

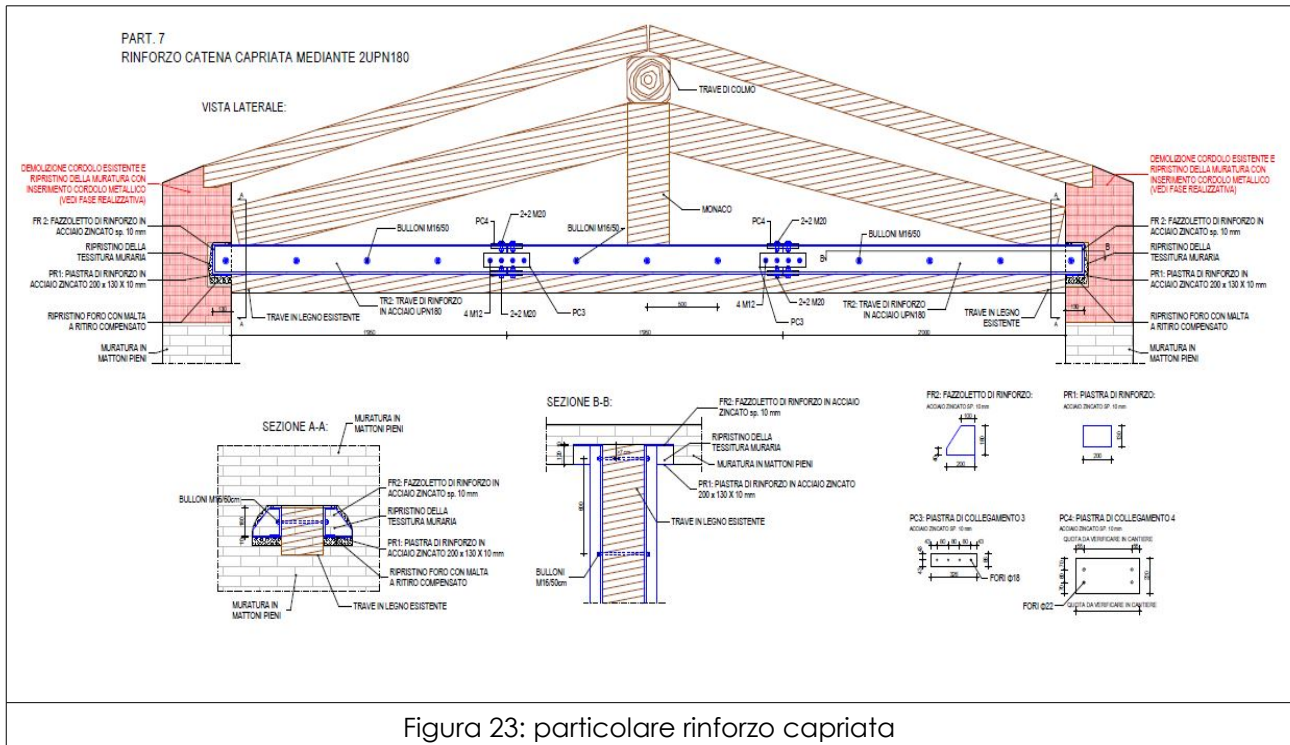
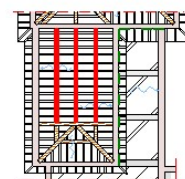


Figura 23: particolare rinforzo capriata



Le travi che costituiscono il colmo e le terzere non presentano particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
Sono state puntellate presumibilmente per un sottodimensionamento della sezione nella progettazione originaria e vanno sostituite.

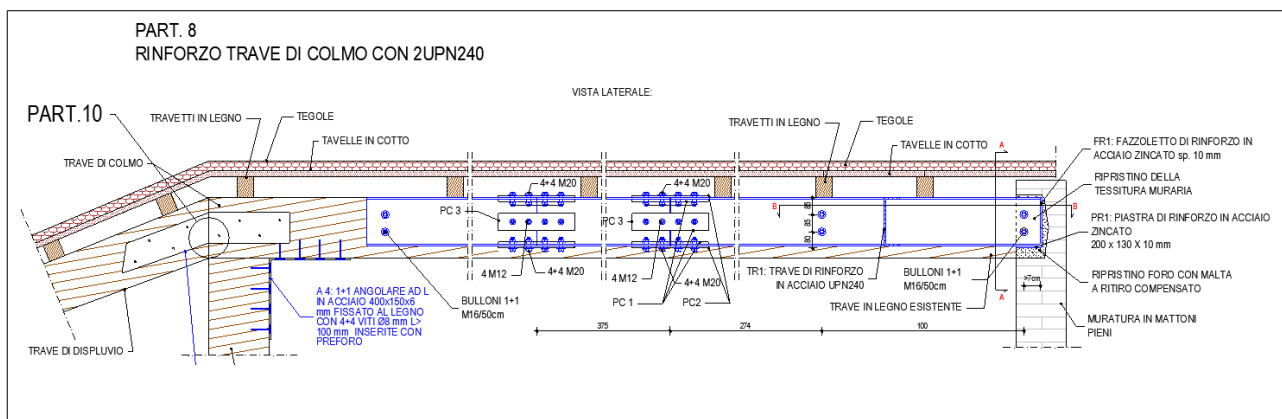


TRAVI 5 - 6 - 7

PARTICOLARI TECNICI

Le travi centrali della copertura del blocco A sono state puntellate poiché la sezione risulta sottodimensionata.

L'intervento di rinforzo prevede l'affiancamento di profili metallici tipo UPN per garantire la resistenza necessaria.



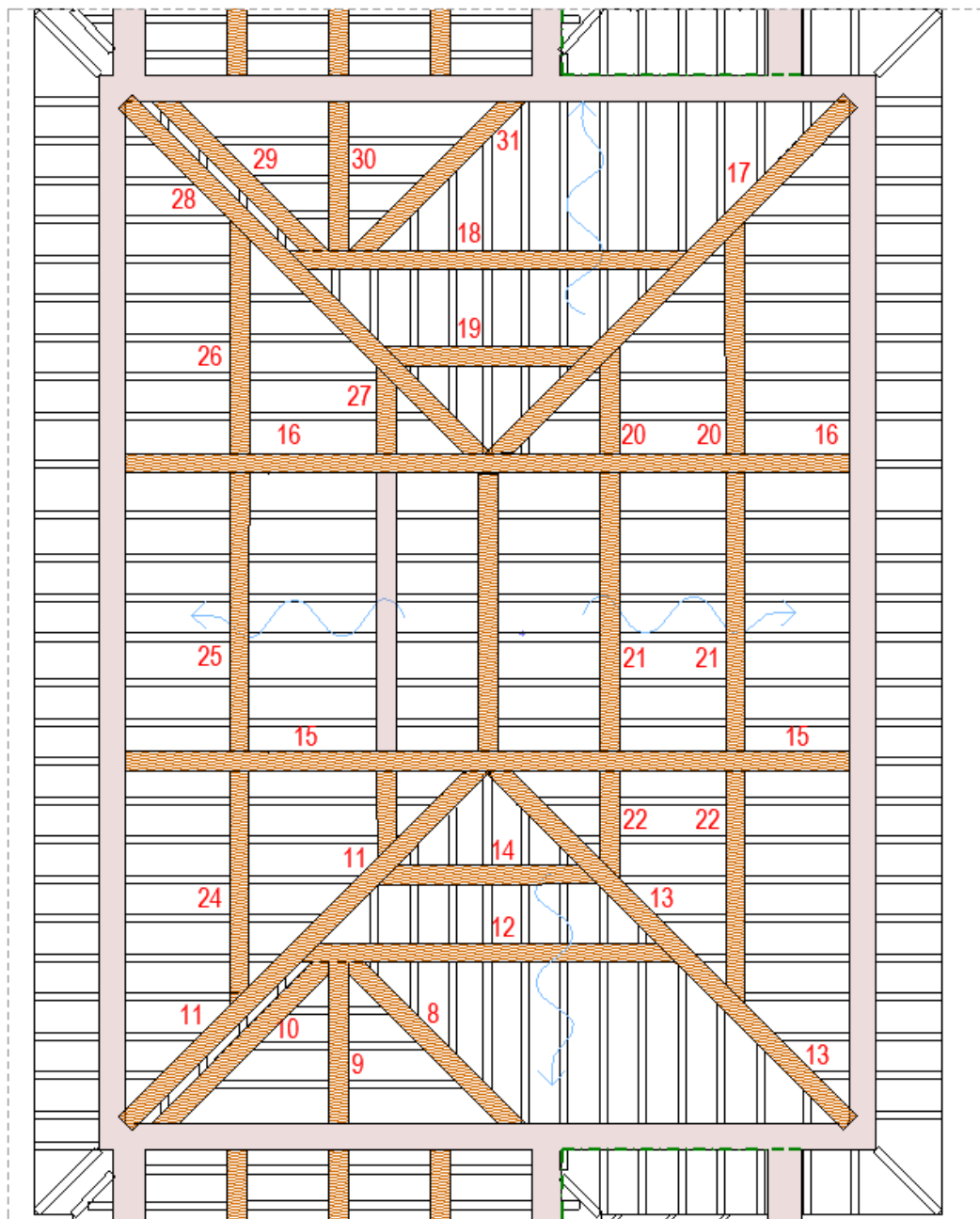


Figura 24: blocco B



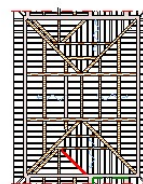
SCEGGIATURA SUPERFICIALE



SCEGGIATURA SUPERFICIALE



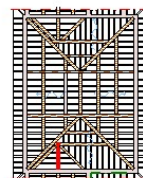
La trave che costituisce il displuvio presenta sceggiature superficiali.
La trave viene mantenuta in opera previa pulizia, sabbiatura e stuccatura delle parti danneggiate.



TRAVE 8



La trave non presenta segni di degrado strutturale e verrà mantenuta in opera.

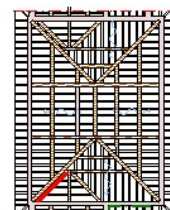


TRAVE 9



La trave non presenta segni di degrado strutturale e verrà mantenuta in opera.

4



TRAVE 10

Le travi presentano alcune lesioni orizzontali dovute al cambio dello stato della stessa ma non si riscontrano particolari stati di danno o flessione o lesioni subverticali che identifichino un superamento della capacità portante della trave stessa.

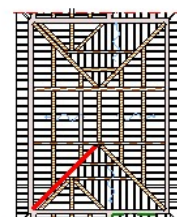
In fase di cantiere verrà valutato l'intervento di stuccatura con resine a dispersione acquosa per sigillare la lesione e ripristinare la sezione resistente.

Si riscontra che il nodo con le altre travi, realizzato con fasce metalliche è adeguatamente in opera.

Le travi andranno sabbiare e pulite poiché notevolmente intaccate dal guano dei piccioni.



La trave non presenta segni di degrado strutturale e verrà mantenuta in opera.



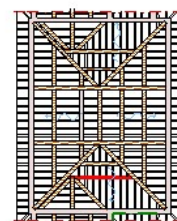
TRAVE 11

La trave di displuvio non presenta danni o lesioni né particolari inflessioni ma solamente tracce di dilavamento, anche queste piuttosto superficiali.

Si nota che il nodo realizzato con una terza tramite l'apposizione di fasce, va migliorato in quanto la terza stessa non poggia al displuvio. Si prevede l'inserimento di una tasca metallica connessa al displuvio per garantire l'appoggio della terza.



La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
E' puntellata presumibilmente per un sottodimensionamento della sezione nella progettazione originaria e va sostituita.

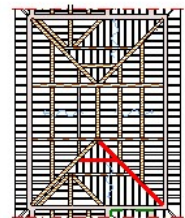


TRAVERE 12

La terza risulta puntellata in più punti. Non presenta segni particolari di degrado dovuto ad agenti batterici o marcescenza ma deve essere rinforzata con l'apposizione di profili metallici.



La trave che forma il displuvio presenta tracce di dilavamento ma non si riscontrano particolari problemi strutturali.
Gli interventi saranno di puliture, eventuale sabbatura e piccole stuccature ove necessario.



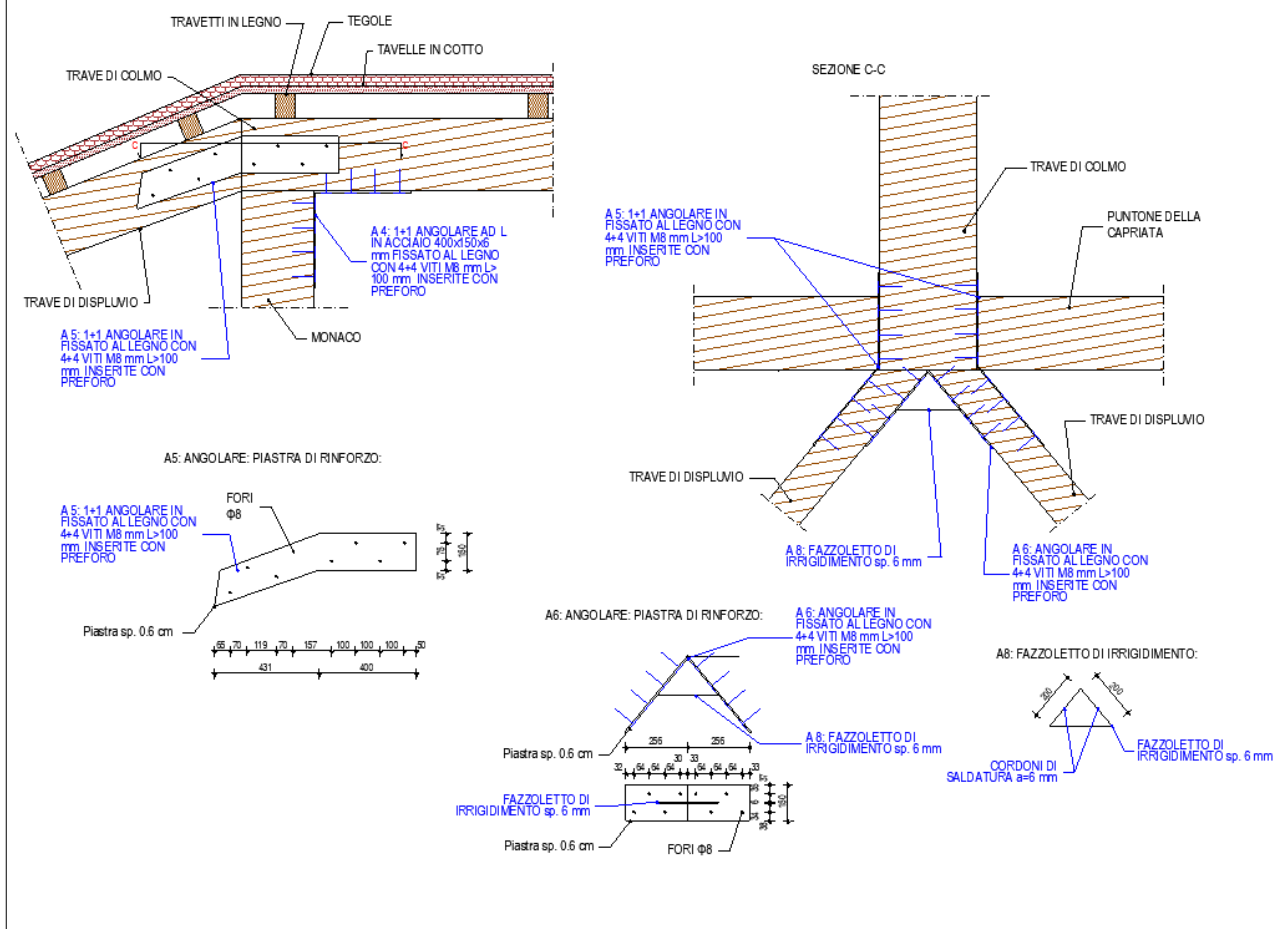
TRAVE 13 - 14

Le due travi non presentano problemi di sottodimensionamento e degrado.

Il nodo di collegamento al colmo della capriata è però realizzato in maniera piuttosto disordinata e sarà necessario collegare tutti gli elementi convergenti con piastre metalliche.

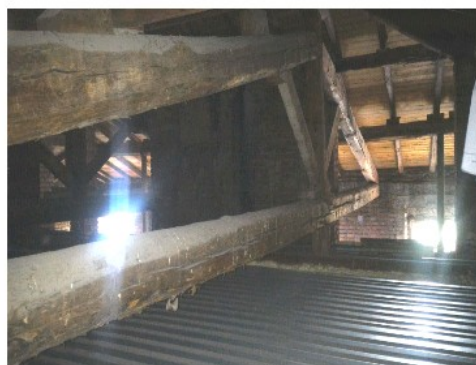


PART. 10 RINFORZO MONACO/DISPLUVIO/TRAVE DI COLMO MEDIANTE ANDOLARI DI ACCIAIO

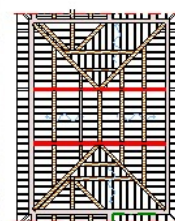




PERDITA DELLO SCHEMA "A CAPRIATA"



La capriata ha perso lo schema classico di funzionamento per questi elementi. L'intervento ipotizzato è di rinforzo della catena con profilati metallici per garantire il funzionamento "a trave" o la sostituzione della capriata



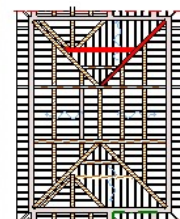
CAPRIATA 15 - 16

Le due capriate hanno perso il funzionamento tipico di questi elementi con il monaco che poggia sulla catena. Inoltre sono state oggetto di numerosi rimaneggiamenti ed annessioni di parti di legname incoerenti.

Le capriate andranno pulite e sabbiare per eliminare tutte le tracce di guano e sporco, i monaci verranno accorciati e le catene rinforzate con elementi metallici. I nodi all'appoggio nelle murature rinforzati con fasciature metalliche e devono essere verificate altresì le sezioni all'interno della muratura per evitare che vi siano in atto fenomeni di marcescenza nonostante appaia che siano state applicate mani di protettivo bituminoso in fase di posa.



La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
E' puntellata presumibilmente per un sottodimensionamento della sezione nella progettazione originaria e va sostituita.
La trave 18 che realizza il rompitratta non presenta alcun degrado strutturale.



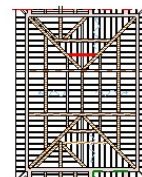
TRAVERE 17 - 18

La trave di displuvio è stata puntellata poiché di sezione non sufficiente e presenta inflessione al centro.

La trave viene rinforzata con annessione di profili UPN.



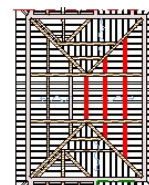
La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
Verrà mantenuta in opera.



TRAVE 19



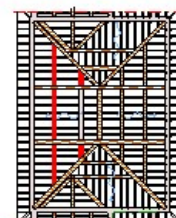
La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
Gli elementi puntellati verranno sostituiti poiché sottodimensionati all'origine, gli altri elementi verranno puliti e sabbati e stuccati ove necessario.



TRAVI 20 21 22 23



La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
Gli elementi puntellati verranno sostituiti poiché sottodimensionati all'origine, gli altri elementi verranno puliti e sabbiati e stuccati ove necessario.



TRAVI 24 25 26 27

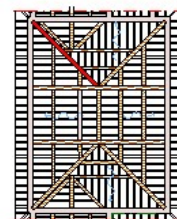
Il sistema di travi che compone le due falde principali del blocco centrale presenta uno stato di conservazione piuttosto omogeneo.

Tutti gli elementi devono essere puliti a fondo e sabbiati per rimuovere le tracce di guano e sporco. Le travi puntellate dovranno essere rinforzate tramite posa in opera di profili UPN vincolati con tassellature.

In generale i nodi tra gli elementi, realizzati con fasciature metalliche si presenta in idoneo stato di posa ma in fase di cantiere verranno verificati i collegamenti e rinforzati con piatti metallici in caso di insufficienza.



La trave non presenta particolari segni di degrado dovuto a percolazione o attacco di agenti parassiti.
L'elemento verrà sottoposto a pulizia e sabbiatura ed eventuali stuccature dove necessario.

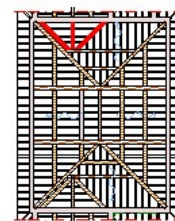


TRAVE 28

La trave non presenta segni di degrado e verrà mantenuta in opera.



Le tre travi non presentano evidenti segni di degrado dovuto a marcescenza ma sono state puntellate per carenza di sezione ed inoltre il nodo a cui arrivano è fortemente disorganizzato e realizzato con elementi disordinati in legno.



TRAVI 29 30 31

Gli elementi lignei non presentano particolari problematiche ma in fase di cantiere deve essere risolto il nodo di collegamento tra le travi poiché realizzato con parti di legno incoerenti e disordinate e andrà sostituito con piatti metallici e chiodature.

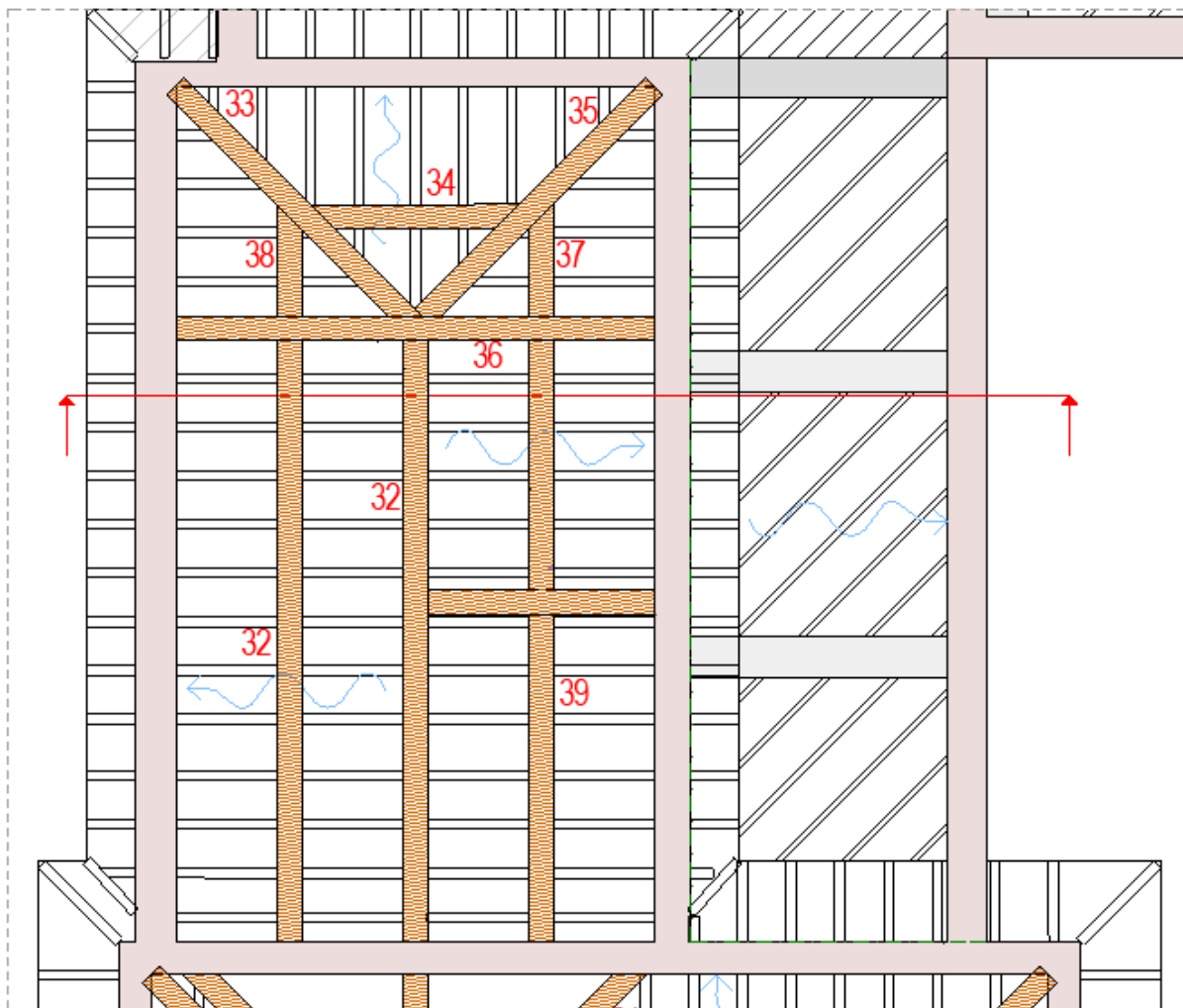
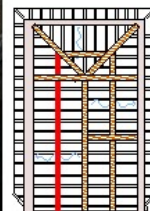


Figura 25: blocco C



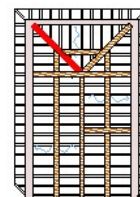
Le tre travi non presentano evidenti segni di degrado dovuto a marcescenza ma sono state puntellate per carenza di sezione. Il progetto prevede la sostituzione della trave con una di sezione adeguata.



TRAVI 32 38



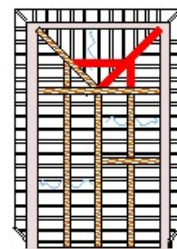
Le tre travi non presentano evidenti segni di degrado dovuto a marcescenza o attacco di agenti. Le travi verranno pulite e sabbiate e stuccate ove necessario.



TRAVE 33



Le tre travi non presentano evidenti segni di degrado dovuto a marcescenza o attacco di agenti. Le travi verranno pulite e sabbiate e stuccate ove necessario.
Il nodo puntellato dovrà essere verificato ed eventualmente andranno sostituite le carpenterie metalliche.



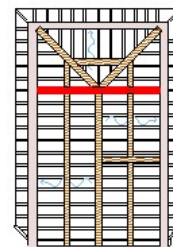
TRAVE 34 35 37

La travi presentano una sezione sottodimensionata ed sono state puntellate in più punti. Andranno quindi rinforzate con l'utilizzo di profili UPN in quanto non si notano fenomeni di marcescenza o degrado.

Il nodo con il displuvio, realizzato con fasce metalliche risulta degradato tanto da richiedere puntello e deve essere integrato con profili metallici.



* La capriata verrà sostituita poiché realizzata con elementi non coerenti e sottodimensionati e per avere perso lo schema "a capriata" conseguente.

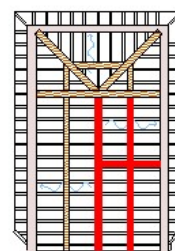


CAPRIATA 36

La capriata ha perso lo schema tipico di funzionamento per questi elementi, risulta inoltre piuttosto degradata e, alla prova con martelletto, il suono prodotto identifica una sezione ed una tessitura fortemente indebolita. La capriata andrà sostituita.



Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



TRAVI 39 40

Le travi non presentano particolari danni, inflessioni o marcescenze e verranno mantenute in opera a seguito di adeguata pulitura e sabbiatura.

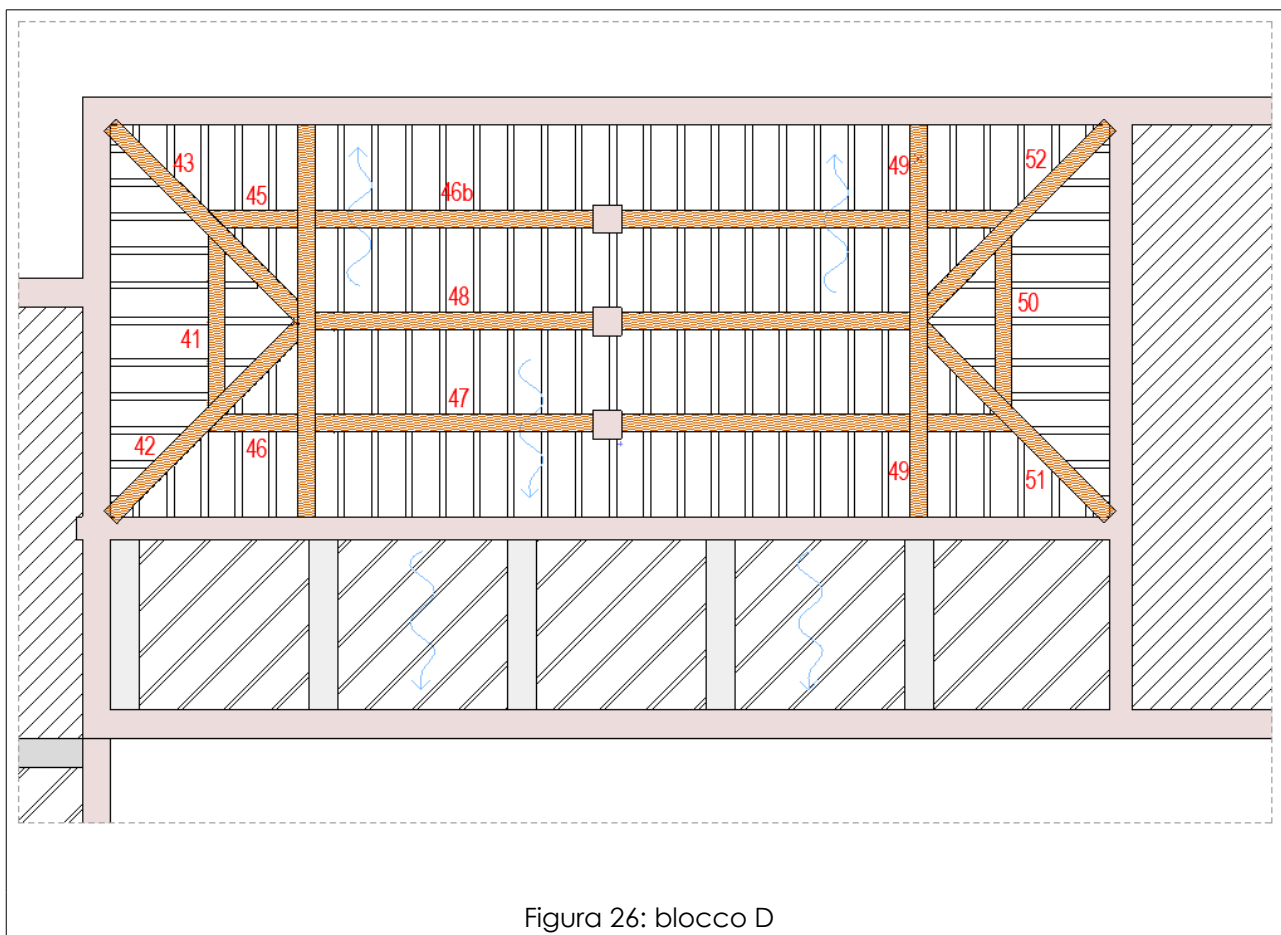
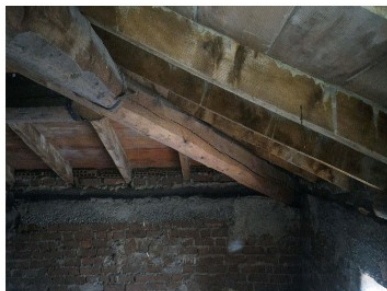
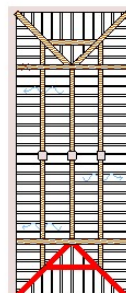


Figura 26: blocco D



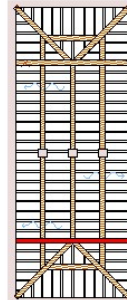
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



TRAVI 41 42 43



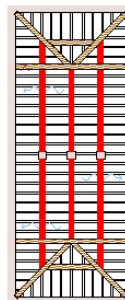
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



CAPRIATA 44



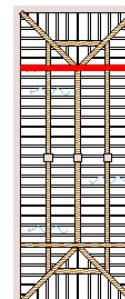
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



TRAVI 45 46 47 48



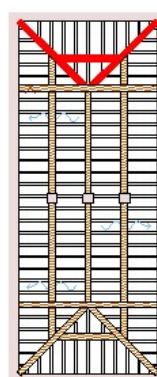
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



CAPRIATA 49

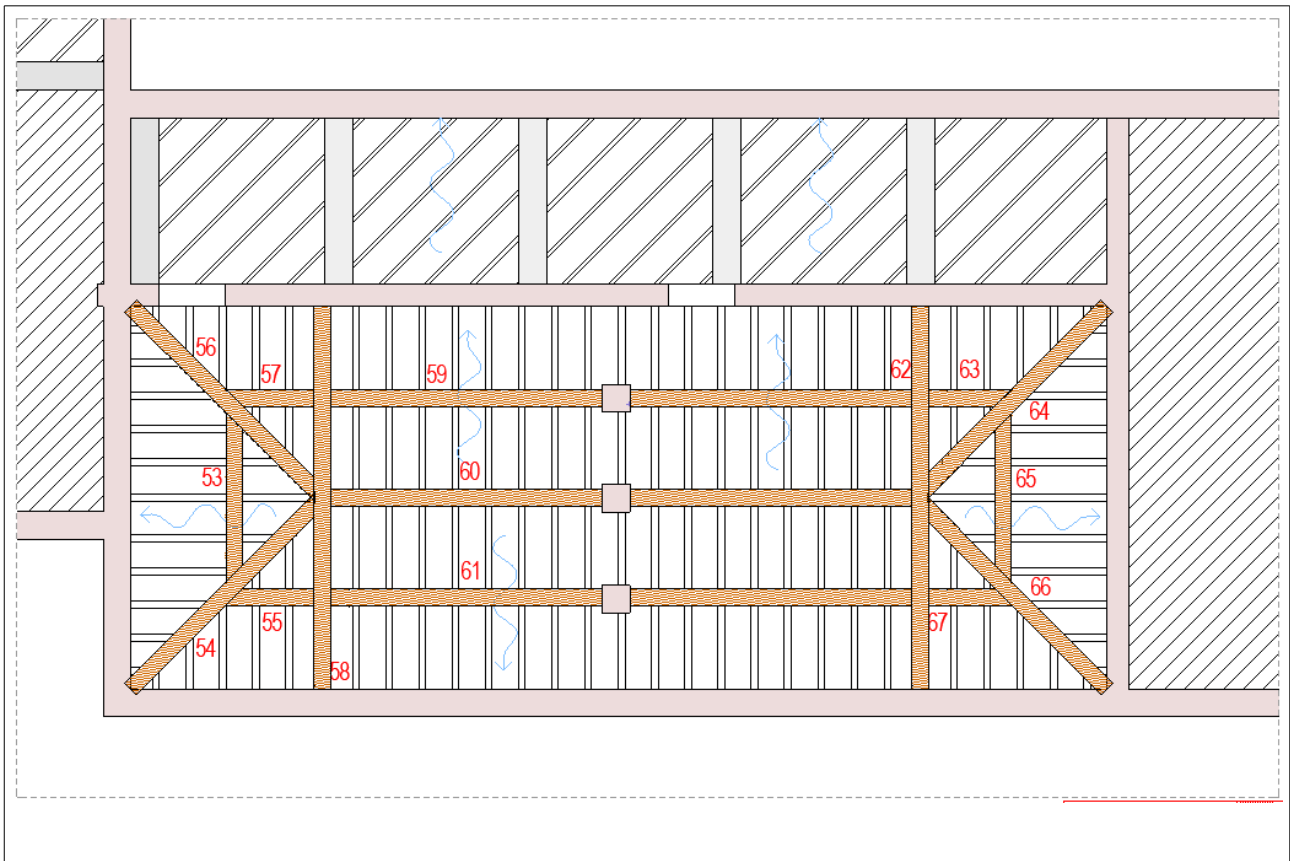


Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



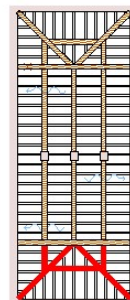
TRAVI 50 51 52

Le travi principali del blocco D sono in ottimo stato di conservazione sia per le sezioni che per i collegamenti e verranno semplicemente sabbiare e pulite e, in fase di cantiere qualora fosse necessario, si provvederà a piccole stuccature con resina in soluzione acquosa.





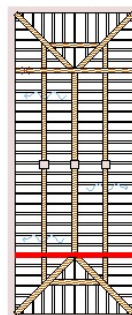
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



TRAVI 53 54 55 56 57



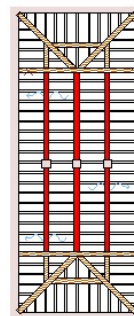
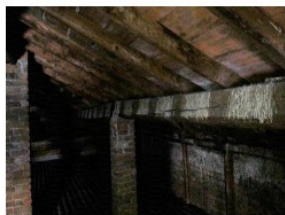
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



CAPRIATA 58



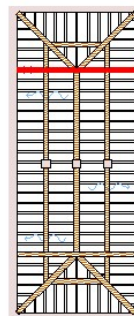
Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



TRAVI 59 60 61



Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.

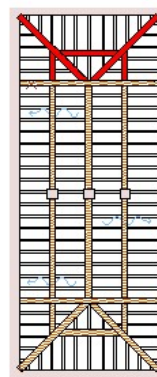


CAPRIATA 62





Le travi non presentano particolari segni di degrado o marcescenza e verranno tenute in opera dopo adeguata pulizia.



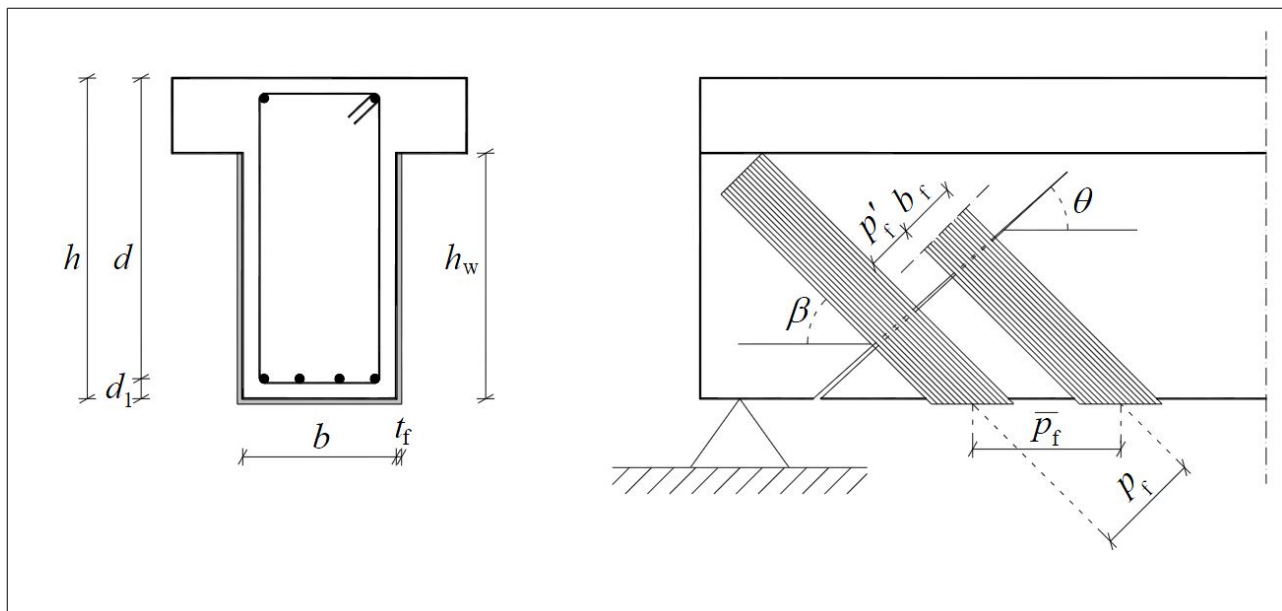
TRAVI 63 64 65 66 67

Le travi principali del blocco E sono in ottimo stato di conservazione sia per le sezioni che per i collegamenti e verranno semplicemente sabbiare e pulite e, in fase di cantiere qualora fosse necessario, si provvederà a piccole stuccature con resina in soluzione acquosa.



Fasciatura con fibre di carbonio

Risulta evidente come in alcune travi la verifica di resistenza al taglio non venga rispettata. Saranno quindi necessari interventi di fasciatura con fibre di carbonio delle travi sia a taglio che a flessione. Le fibre dovranno essere posizionate sul lembo inferiore delle travi in posizione a “U”.



Le fibre che devono essere inserite sulle travi sono caratterizzate dalla stessa geometria ma di lunghezze differenti. In particolare si utilizzeranno fibre con una larghezza dello strato di 300 mm e di uno spessore di 2 mm, per il loro posizionamento è possibile far riferimento alle tavole progettuali allegate.

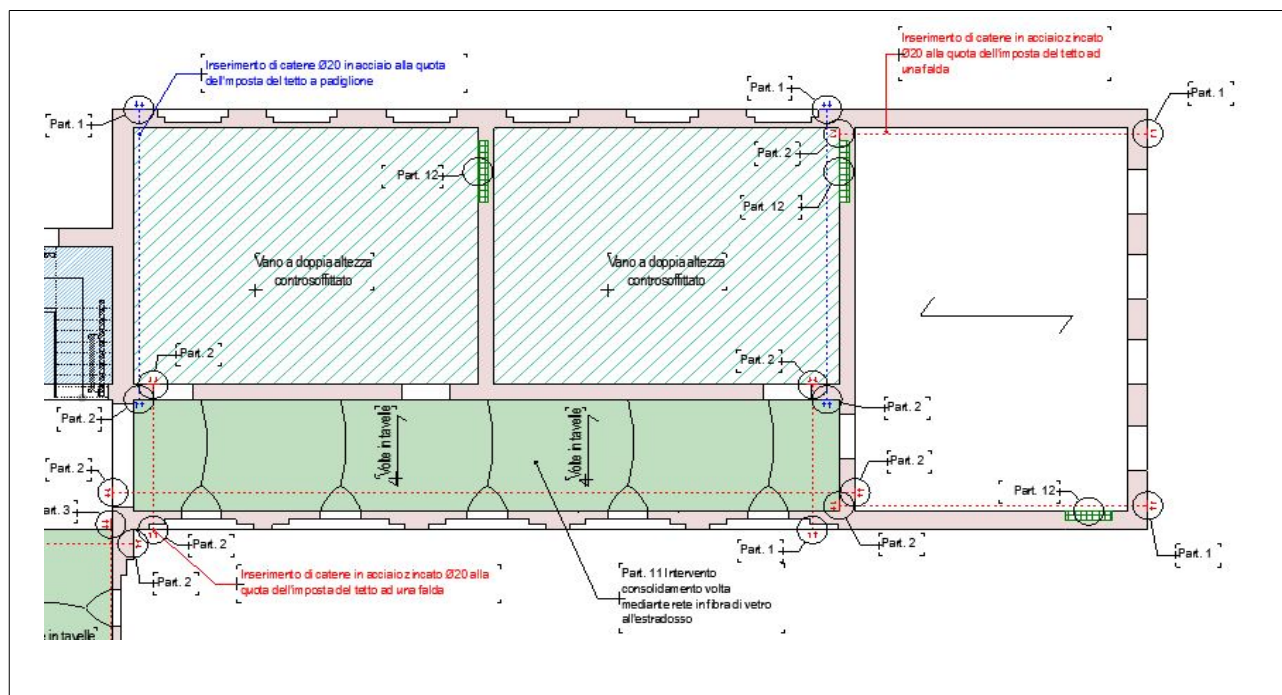
Inserimento di tiranti metallici

La presenza di murature portanti in mattoni pieni e malta di calce insieme a solai non opportunamente collegati agli stessi, porta in presenza di azioni orizzontali a meccanismi di ribaltamento fuori piano. Al fine di limitare questi meccanismi si è previsto di inserire alla quota degli orizzontamenti dei tiranti in acciaio S235 aventi un diametro Ø20.

Nelle immagini che seguono si riporta a titolo di esempio pianta e particolare



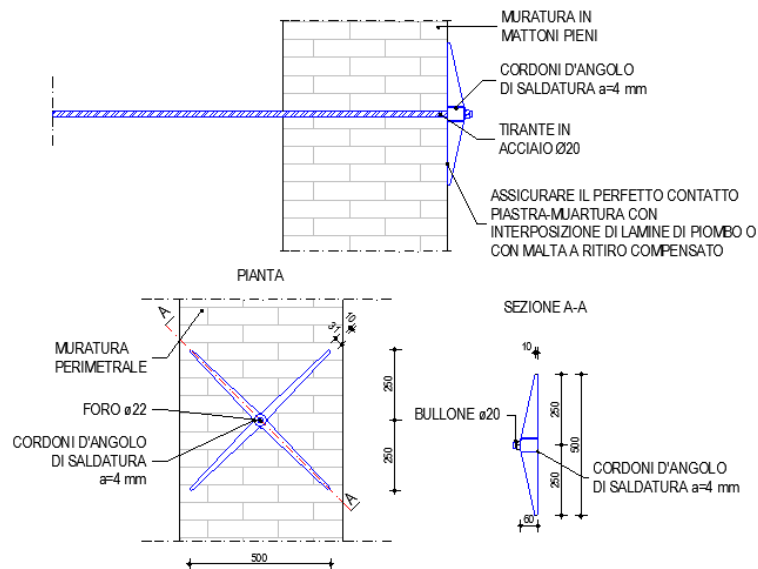
dell'intervento in essere.



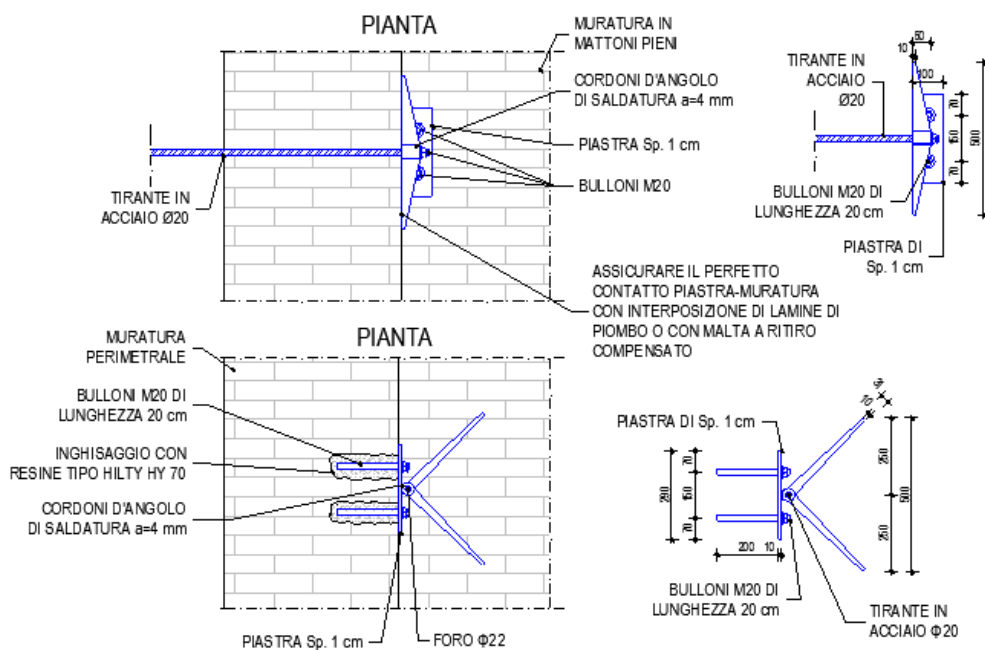
Questi risultano opportunamente collegati alla muratura mediante piastre in acciaio oppure ancorati in profondità nel paramento con l'ausilio di malta idraulica.



PART. 1 CONNESSIONE TIRANTE SINGOLO IN ACCIAIO CON MURATURA ESISTENTE

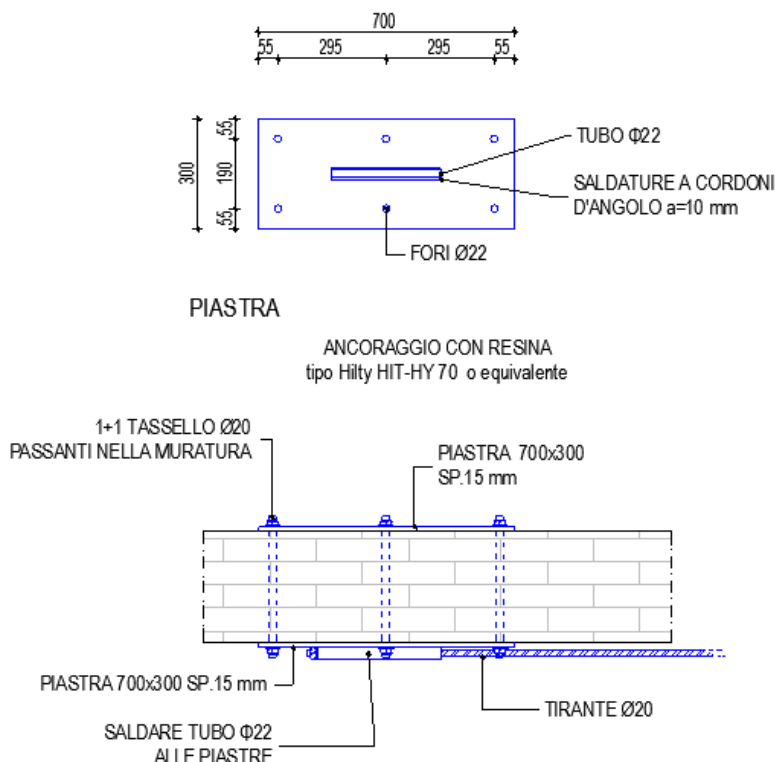


PART. 2 CONNESSIONE TIRANTE SINGOLO IN ACCIAIO CON MURATURA ESISTENTE





PART. 3 DOPPIA PIASTRA DI ANCORAGGIO



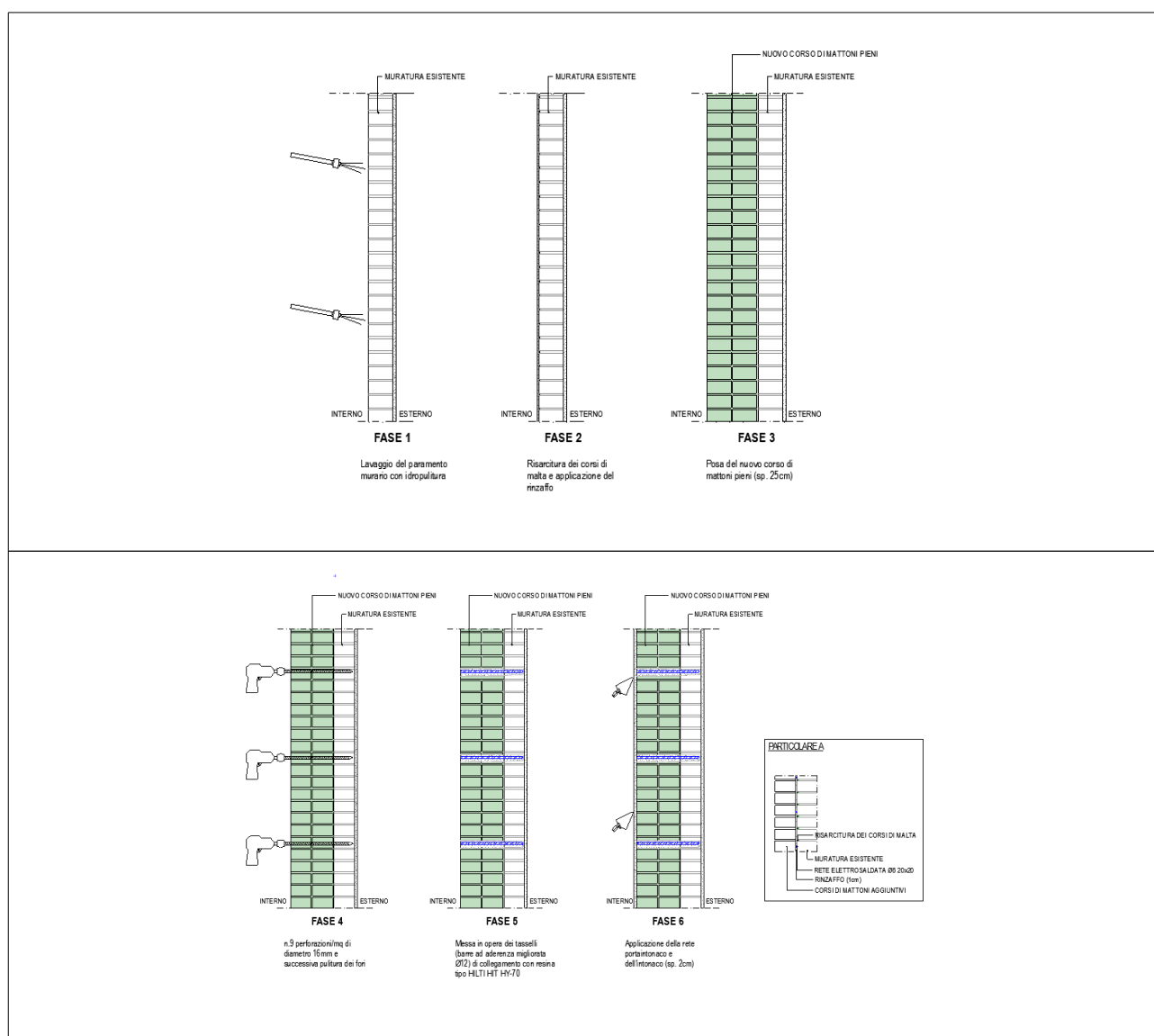
Tale intervento, ha lo scopo di garantire un comportamento scatolare e monolitico della fabbrica muraria (insieme delle pareti). Gli incatenamenti rendono possibile alle pareti murarie di interagire mutuamente e fornire una risposta il più possibile “globale” nei confronti delle azioni orizzontali (ad esempio: sisma), contenendo l'entità degli spostamenti e delle rotazioni delle pareti stesse e consentendo la mitigazione della vulnerabilità per innesco di possibili meccanismi cinematici di ribaltamento per rotazione.

Chiusura delle nicchie mediante tecnica cuci-scui e annessione paramento murario

Tale intervento prevede la chiusura di tutte le nicchie presenti all'interno



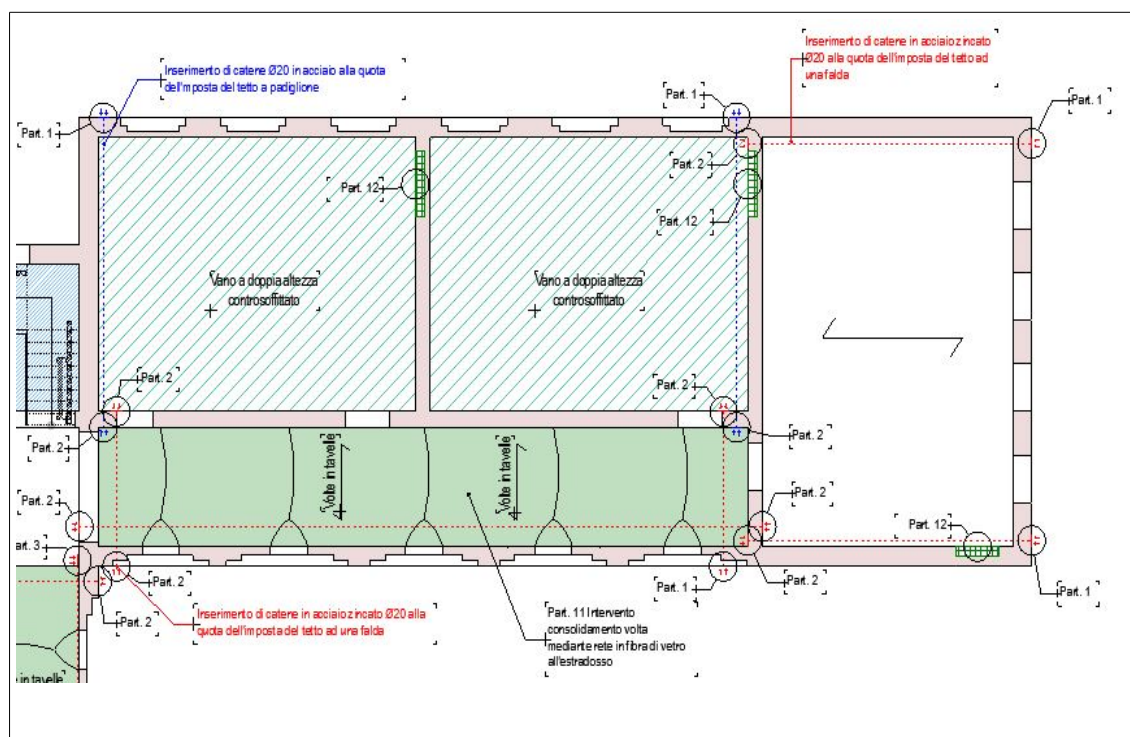
dell'edificio in muratura, attraverso la tecnica dello scuci-cuci, che permette di ripristinare la continuità muraria delle pareti portanti. Il paramento di tali nicchie risulta avere uno spessore minore rispetto alla muratura portante, pertanto al fine di migliorare la risposta sismica globale dell'edificio, si prevede la chiusura della nicchia mediante nuovo corso di mattoni. L'inserimento di paramenti aggiuntivi adeguatamente connessi alla muratura esistente permette di aumentare la rigidezza e la resistenza della struttura nella direzione considerata e, di conseguenza, la risposta globale dell'edificio. Di seguito si riporta riportano delle immagini a titolo di esempio dell'intervento in essere.

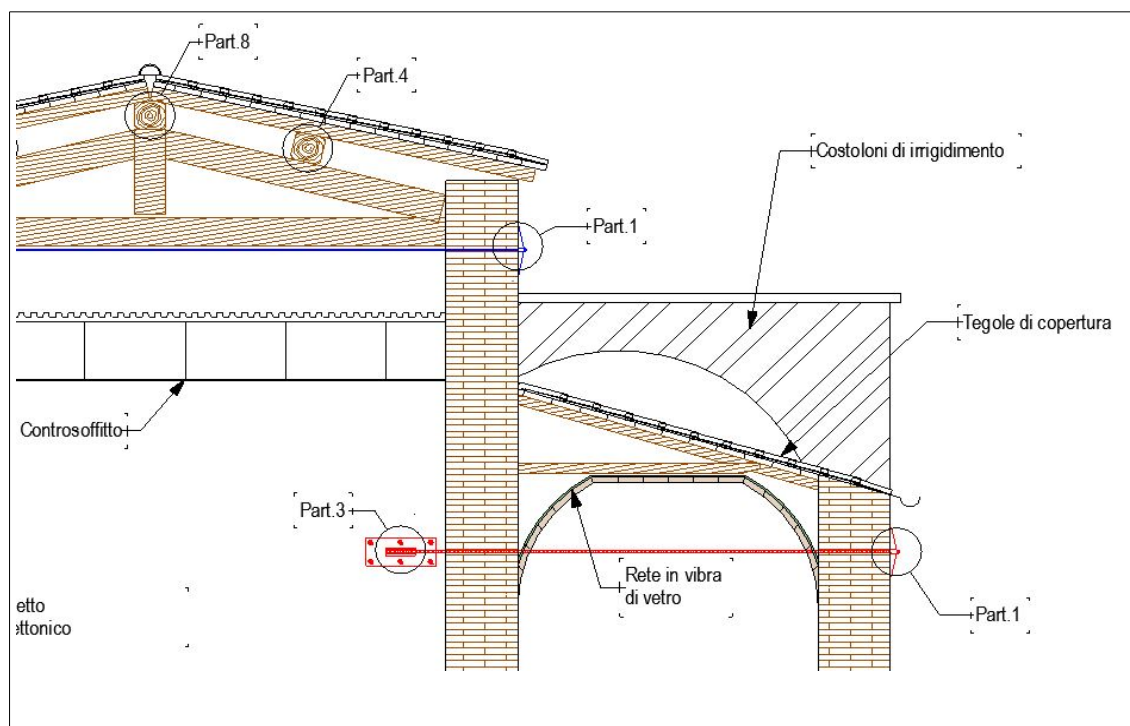




Rinforzo delle volte in tavelle mediante rete in fibra di vetro

Con tale intervento si mira a consolidare le volte in tavelle presenti al terzo solaio, le quali sostengono la copertura ad una falda. Nelle immagini che seguono sono riportate la planimetria e il prospetto dell'intervento in essere.

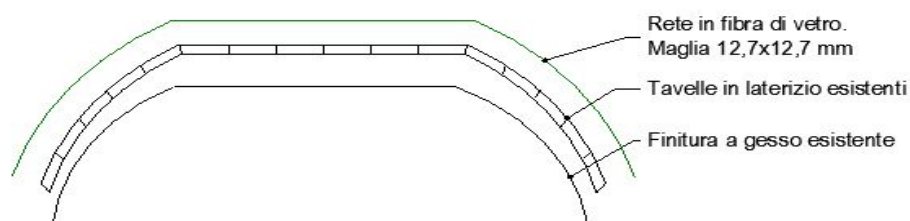




Tale intervento viene realizzato mediante l'applicazione all'estradosso delle volte di una rete in fibra di vetro avente una maglia di 12,7x12,7 mm. Tale elemento viene applicato direttamente sul voltato tramite idoneo collante. Di seguito si riporta un immagine relativa alla struttura.

Part. 11 RINFORZO DELLE VOLTE IN TAVELLE MEDIANTE RETE IN FIBRA DI VETRO

Stratigrafia

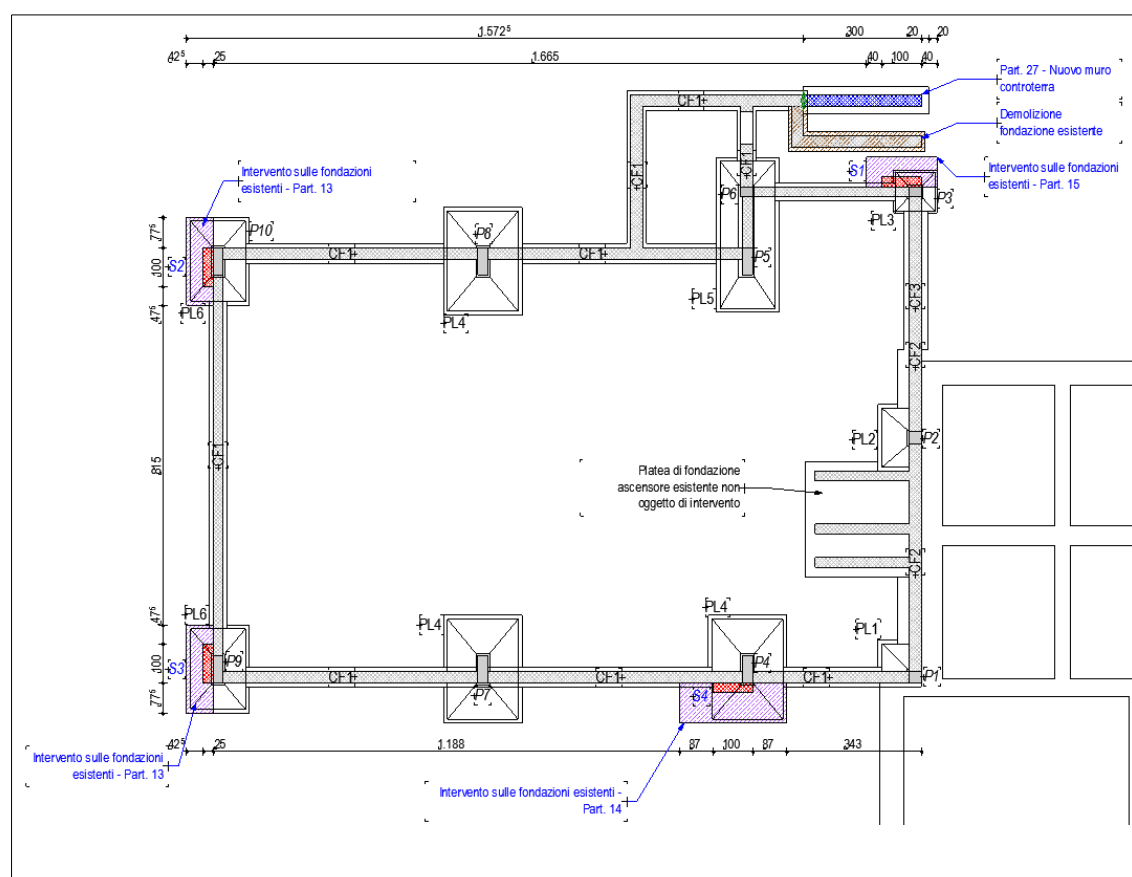


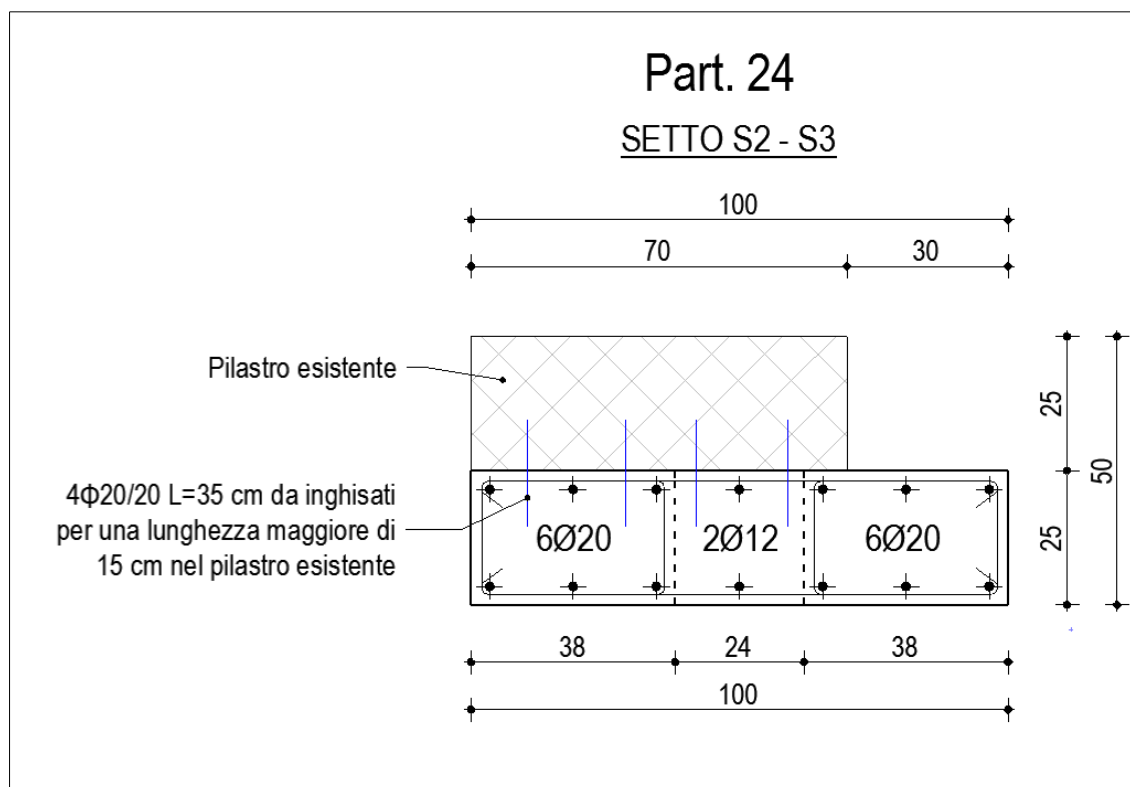


Lo scopo di tale intervento è quello di rinforzare le volte in tavelle, grazie all'inserimento della rete in fibra di vetro che permetta una redistribuzione dei carichi gravitazionali, evitando di sottoporre a sforzi elevati le tavelle costituenti la volta.

Inserimento nuovi setti di controvento e ingrosso fondazioni

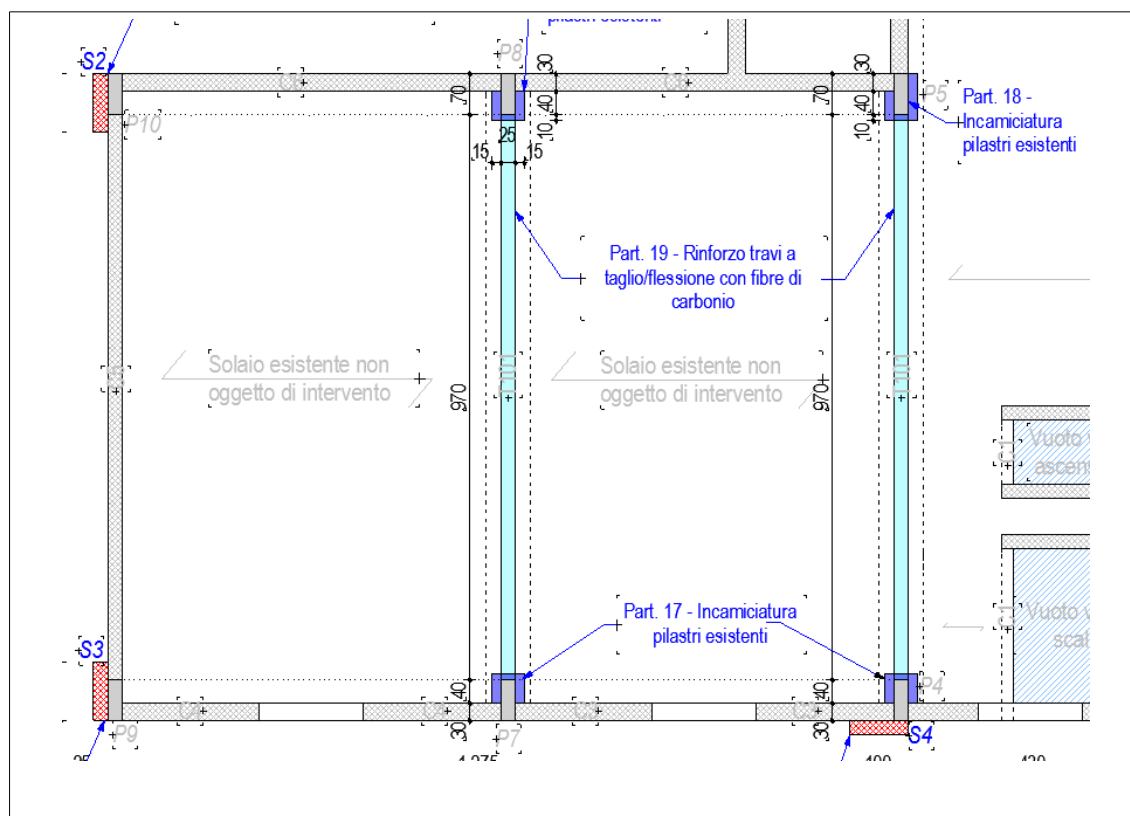
Nell'edificio in calcestruzzo armato, più recente rispetto alla struttura in muratura, vengono introdotti quattro setti di controvento, due per direzione, al fine di affidare a tale elementi l'azione sismica. Nell'immagine che segue viene riportato stralcio della planimetria relativa alle fondazioni, in cui è indicato con colore rosa, un ingrosso dei plinti esistenti, al fine di garantire per i setti di controvento una corretta redistribuzione degli sforzi sul terreno di fondazione.





Incamicatura pilastri esistenti

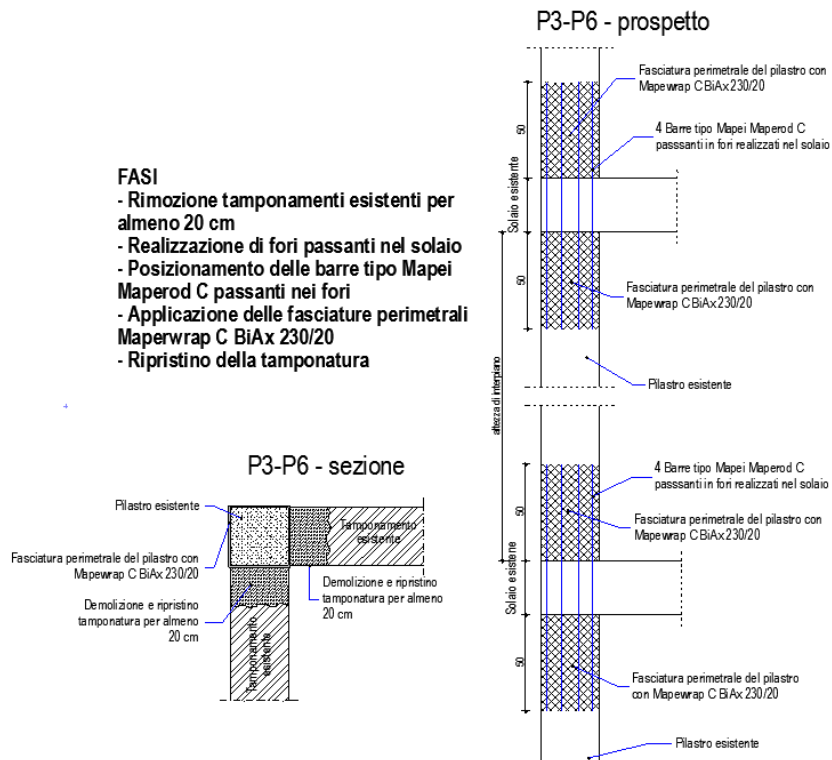
Tale intervento ha lo scopo di aumentare la sezione resistente del pilastro in essere, così da aumentare la resistenza propria e la capacità deformativa dell'elemento nei confronti delle sollecitazioni gravitazionali e sismiche. Di seguito si riporta uno stralcio della planimetria dell'intervento in essere.



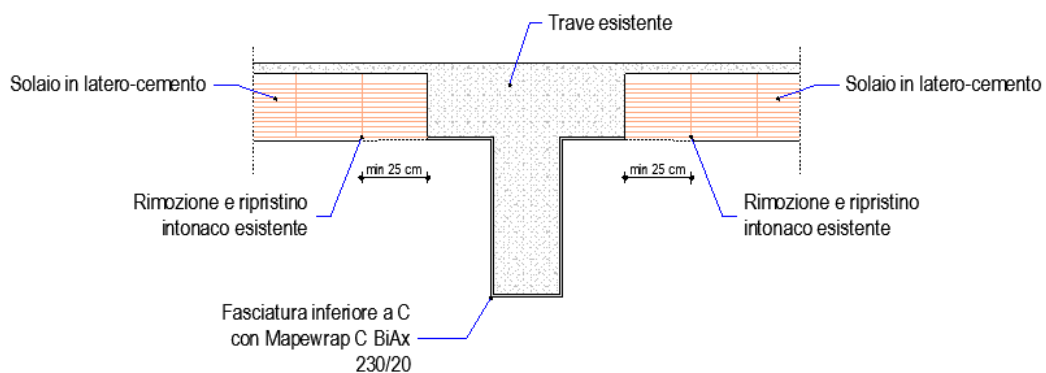
La tipologia di intervento ricade nell'incamiciatura in c.a. la quale consiste nel collegare mediante connettori metallici il pilastro esistente alla nuova porzione in c.a. gettata in opera e opportunamente armata. Di seguito si riporta un'immagine dell'intervento in essere per permettere una migliore comprensione.



Part.21 - Cerchiatura pilastri con FRP



Part. 19 - Rinforzo con FRP delle travi





4. CONCLUSIONI E SINTESI DEI RISULTATI

Nella presente relazione è stata valutata la vulnerabilità sismica della scuola elementare sita in via Risorgimento, 35, nel comune di Castrezzato. Il complesso scolastico è costituito da un unico corpo il quale è però caratterizzato da due distinte tipologie costruttive, muratura portante e telaio in calcestruzzo armato. Le analisi, le verifiche e gli interventi effettuati portano alle seguenti conclusioni:

Nello stato di fatto la struttura necessita di una serie di interventi locali per risolvere alcune inadeguatezze strutturali legate al periodo costruttivo, per le strutture in muratura (risalente ai primi del 900) sia per quelle in calcestruzzo armato degli anni sessanta. Gli interventi in progetto garantiscono ai singoli elementi la rispondenza a quanto richiesto dalla normativa vigente e la partecipazione idonea al meccanismo globale della struttura che può considerarsi in tal modo unitaria. A seguito del rinforzo locale si può considerare la struttura come un tutt'uno nella partecipazione al cimento sismico e, come si evince dai tabulati allegati, adeguato rispetto al sisma.