



Comune di Villongo
Settore Lavori Pubblici

PALAZZO MUNICIPALE
Progetto definitivo/esecutivo
Opere di miglioramento sismico



via Roma n° 41

Parte d'opera: **Palazzo Municipale**

Titolo documento:
**Relazione tecnico-illustrativa
di progetto**

CODICE ELABORATO

progetto	fase	categoria	sottocategoria	numero progressivo								
P	M	P	E	G	E	N	R	E	L	0	0	1

Progettista:



Arch. Ing.
Massimo Mazzoleni
via G. Quarenghi, 17
- 24030 - Capizzone (BG)

Revisioni

Rev.	Data	Oggetto

PALAZZO MUNICIPALE

VIA ROMA 41, VILLONGO (BG)



**PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO
OPERE DI MIGLIORAMENTO SISMICO**

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Committente: COMUNE DI VILLONGO
Settore Lavori Pubblici – Via Roma n.41
24060 Villongo (BG)

Tecnico: Arch. Ing. Massimo Mazzoleni
via G. Quarenghi, 17
- 24030 - Capizzone (BG)

INDICE

1 – PREMESSA

2 – DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE

2.1 – Rilievi e indagini condotte

2.2 – Analisi storica

3 – DISSESTI E CRITICITA'

4 – PROGETTO DEGLI INTERVENTI

4.1 – Smontaggio controllato delle pavimentazioni del piano primo e sottotetto

4.2 – Interventi di consolidamento dei maschi murari

4.3 – Rinforzo, irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in legno

4.4 – Irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in laterocemento

4.5 – Realizzazione di piano rigido in corrispondenza delle volte tramite l'inserimento di nuovi tiranti in acciaio a livello del primo solaio

4.6 – Rifacimento della copertura con realizzazione di nuovo piano membranale

4.7 – Manutenzione impianto elettrico e meccanico

4.8 – Interventi di restauro e risanamento delle facciate

4.9 – Posa delle nuove pavimentazioni al piano primo e terra

4.10 – Realizzazione delle nuove murature divisorie interne e nuovi servizi igienici

4.11 – Verifica dei soffitti ed eventuali ripristini

4.12 – Rimozione e posa delle porte interne e dei serramenti

4.13 – Superfici interne

5 – CONCLUSIONI

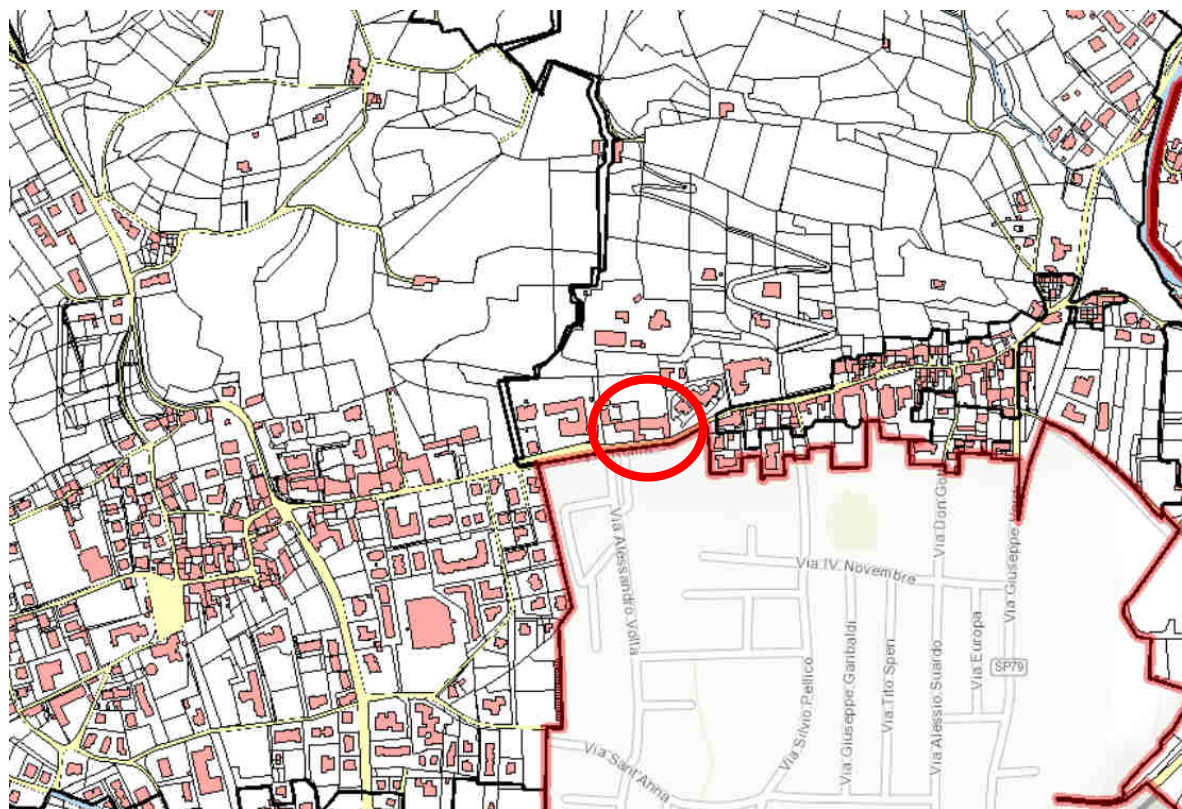
1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce parte integrante del progetto definitivo/esecutivo degli interventi di miglioramento sismico delle strutture del Palazzo Municipale di Villongo (BG), Via Roma n. 41.

Dai risultati ottenuti dalla Vulnerabilità Sismica è emerso che la struttura, garantisce un basso grado di sicurezza nel caso di evento sismico, a causa principalmente della scarsa resistenza, per azioni nel piano e fuori dal piano, dei maschi murari che compongono il fabbricato oggetto di analisi.

Per questo motivo, gli interventi progettati sono finalizzati ad ottenere un miglior comportamento della struttura sottoposta all'azione sismica, riducendone la vulnerabilità fino ad ottenere un miglioramento sismico, in sintonia con quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" e relativa Circolare del 21/01/2019.

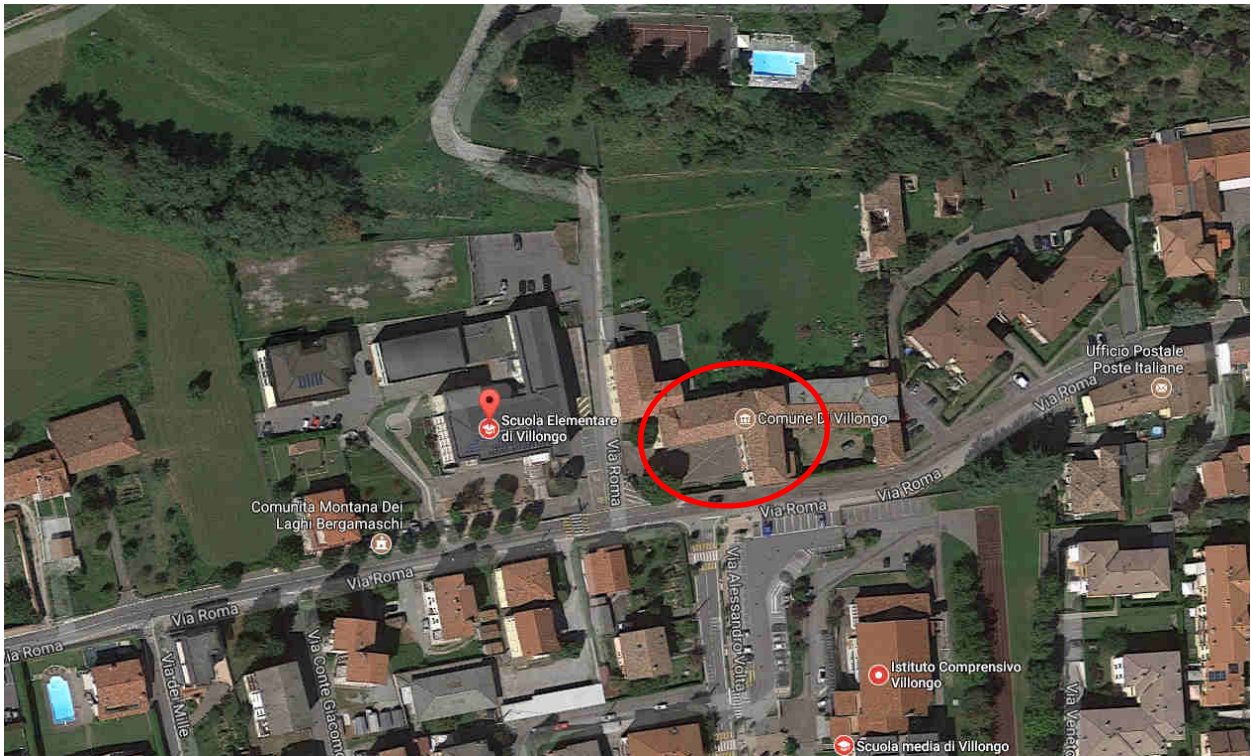
Il palazzo è vincolato ai sensi dell'art.10 comma 1 – Parte Seconda del D.Lgs.42/2004 "Codice dei Beni Culturali", in quanto bene di interesse storico-artistico di proprietà di ente pubblico.



Estratto mappa del Comune di Villongo con evidenziazione del Palazzo Municipale

2. DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE

Il Palazzo Comunale si trova nel territorio comunale di Villongo (BG), in via Roma 41, nella zona centrale del paese.



Vista dall'alto del Municipio di Villongo con individuazione del fabbricato

Il palazzo, nell'aspetto attuale, appare come un complesso uniforme per materiali e tecniche costruttive. In realtà esso è il risultato di successivi ampliamenti e modificazioni.

La muratura originale del XVII secolo è costituita da pietrame misto e mattoni. Da alcune lacune dell'intonaco si intravedono parti tamponate in mattoni pieni e parti aggiunte probabilmente nella ristrutturazione ottocentesca, anch'esse in mattoni. L'esecuzione di saggi nelle murature ha confermato la tipologia costruttiva di pietrame misto e mattoni.



Murature perimetrali

Gli orizzontamenti risultano essere gli elementi che hanno subito più variazioni nel corso degli anni, infatti al piano terreno si trovano dei solai in laterocemento nella parte finale a ovest, in corrispondenza dell'ufficio del

sindaco; delle volte in pietra e solai lignei nel corpo centrale e dei solai lignei nel corpo laterale; al piano primo sono presenti dei solai in laterocemento nel corpo centrale e dei solai lignei nell'ala laterale.

E' presente inoltre un piano cantinato, attualmente di altra proprietà, coperto con volta a botte in pietra e unghie laterali in corrispondenza delle bocche di lupo. All'interrato si accede dall'edificio affiancato tramite scala ortogonale in piccolo corridoio voltato a botte. L'altezza dei locali è di circa 4 metri in chiave ed attualmente vi sono ubicate botti in legno per il vino.

La copertura è completamente in legno, in pessimo stato di conservazione con diverse infiltrazioni e parzialmente controsoffittata anch'essa, il manto è in coppi.



Orditura in legno della copertura

Nei prospetti sono presenti elementi di pregio in pietra arenaria locale (Sarnico), quali le colonne del porticato al pianterreno, le colonnine della loggia tamponata al primo piano, la cornice marcapiano tra terra e primo piano. Il cornicione di coronamento appare invece in stucco o cemento.

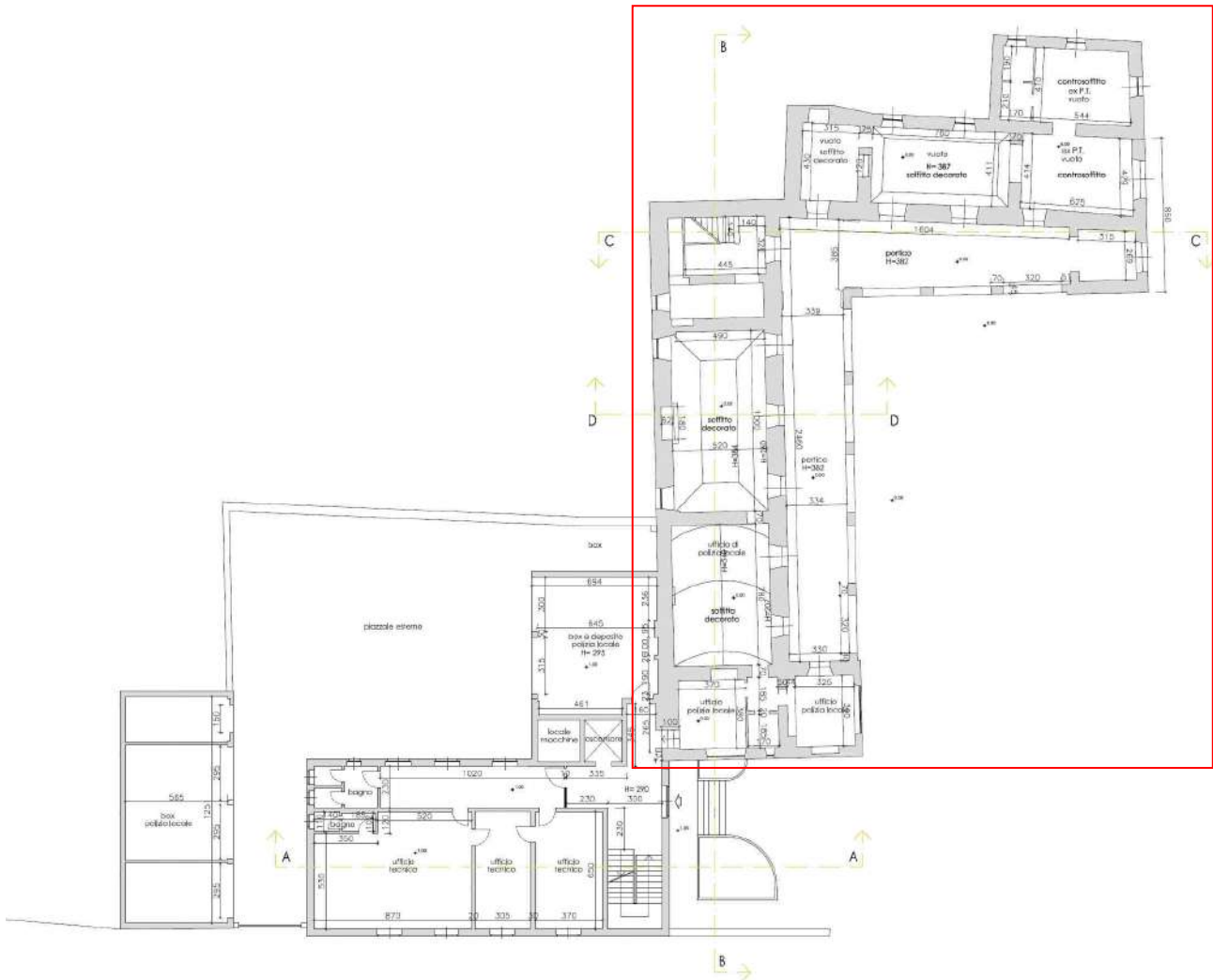


Colonne in pietra del porticato al pian terreno e della loggia al piano primo

Per un migliore approfondimento delle caratteristiche delle strutture si rimanda alla relazione delle indagini diagnostiche effettuate sulla struttura.

Di seguito vengono riportate le piante di ciascun piano che caratterizzano il fabbricato.

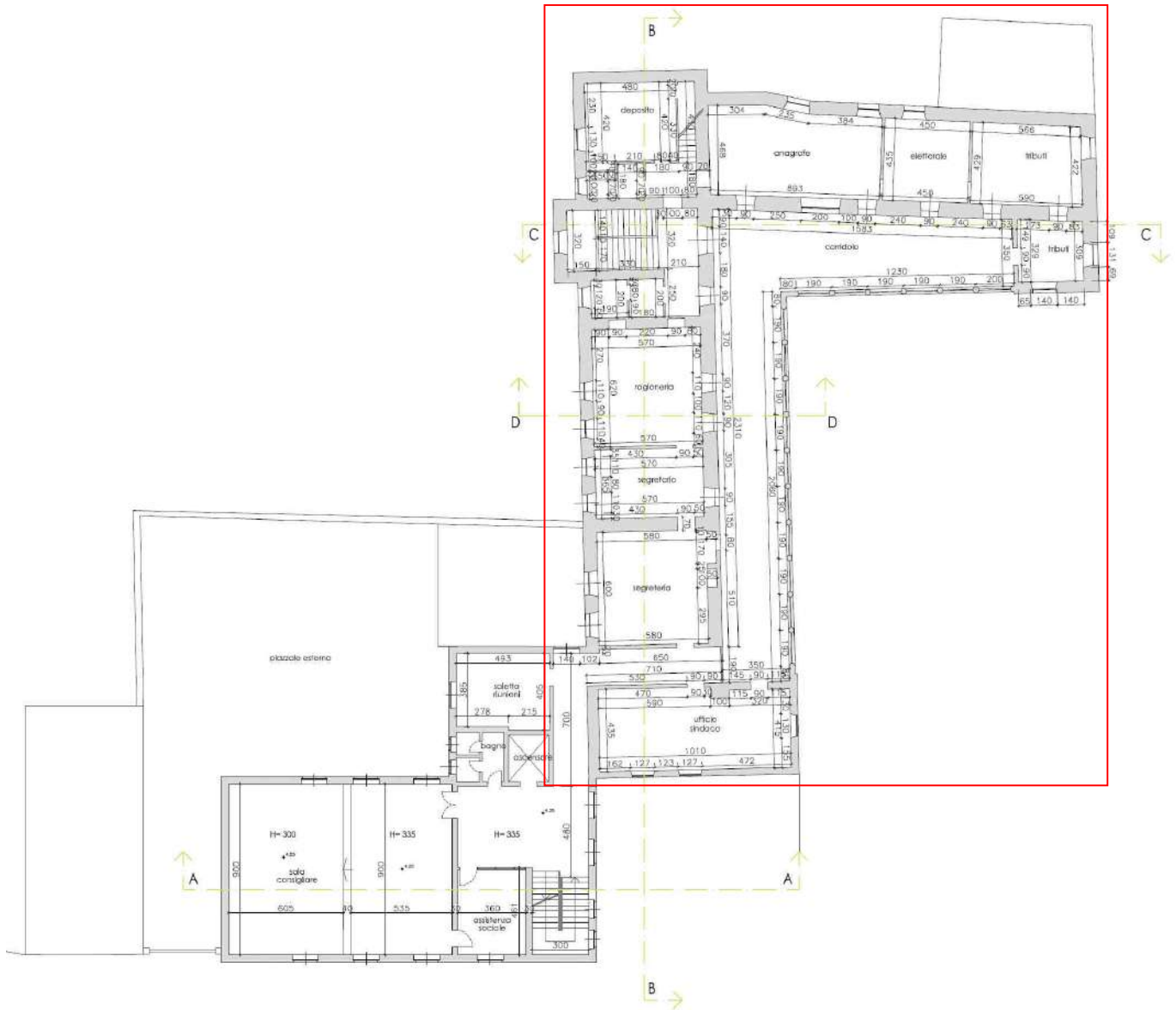
Nella riquadratura di colore rosso è riportata la porzione di edificio oggetto della presente relazione.



Pianta piano terra Palazzo Municipale

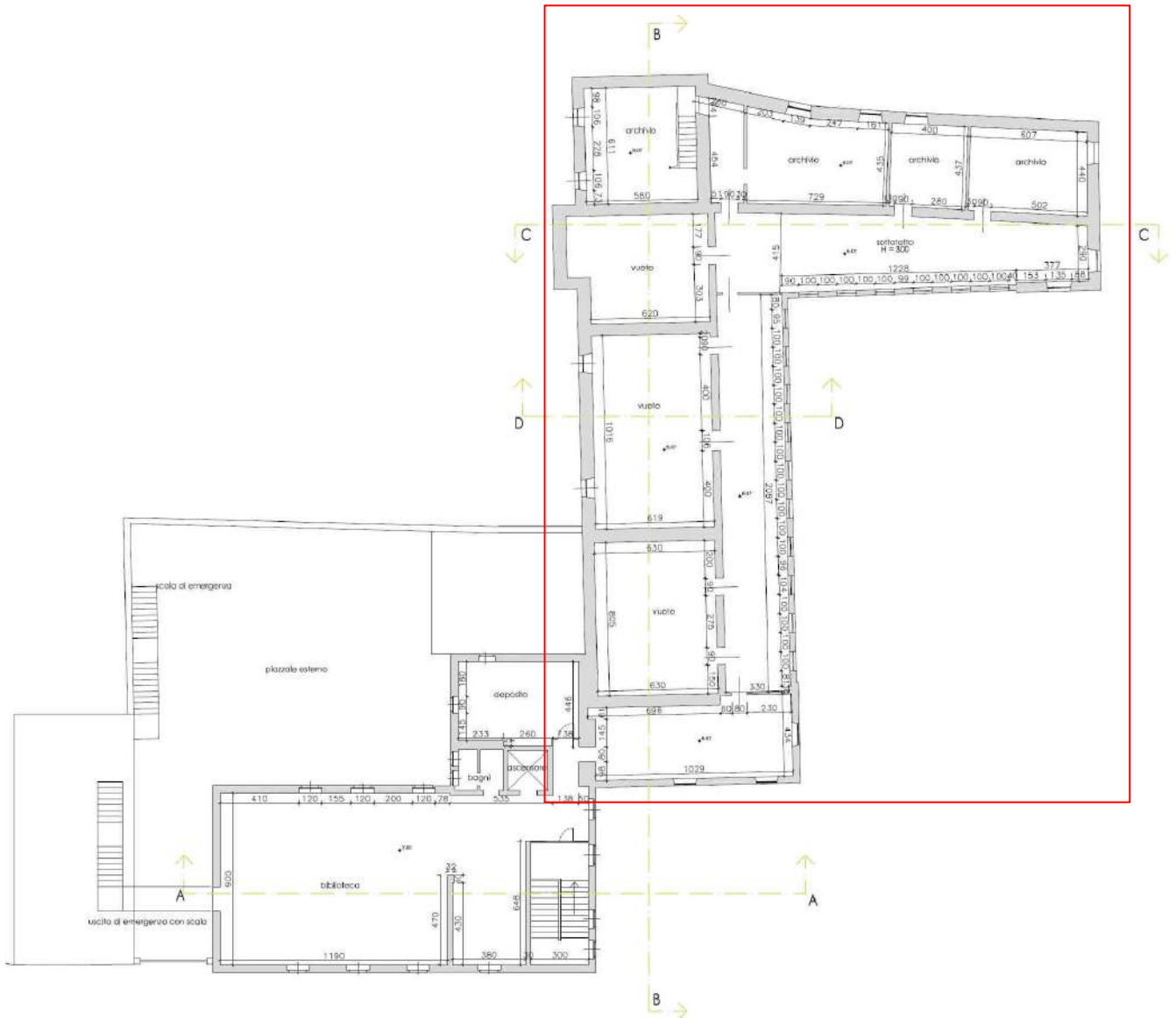
Al piano terra il locale con soffitto a botte e le stanze sul lato ovest del complesso, sono adibiti a uffici della polizia locale.

I restanti spazi allo stato attuale non sono utilizzati e vengono impiegati come ripostiglio/magazzino.



Pianta piano primo Palazzo Municipale

Il municipio sfrutta attualmente il primo piano per i principali uffici dell'amministrazione, quali: ufficio del sindaco, segreteria, ragioneria, anagrafe, elettorale e ufficio tributi.



Pianta piano secondo Palazzo Municipale

L'attuale sottotetto della parte storica è occupato da zone di archivio e deposito materiale sparso, con notevoli rischi di incendio o dissesto statico.

Lo stato di conservazione delle strutture risulta mediocre specialmente riguardo agli orizzontamenti piani.

Di seguito si riportano una serie di immagini caratteristiche del Palazzo Comunale.



Prospecto sud-ovest del Municipio di Villongo



Prospecto sud del Municipio di Villongo



Prospecto sud-est del Municipio di Villongo



Prospecto est del Municipio di Villongo



Prospecto nord del Municipio di Villongo



Prospecto nord del Municipio di Villongo

2.1 Rilievi e indagini condotte

Sul Palazzo Municipale è stata condotta in più fasi una estesa campagna di rilievi ed indagini finalizzata ad ottenere le informazioni necessarie al progetto degli interventi.

La campagna è stata condotta in stretta relazione con l'effettivo stato di fatto dell'edificio e quanto riportato sulle tavole di progetto.

Sono stati condotti i necessari approfondimenti diagnostici volti ad una caratterizzazione dei sistemi strutturali presenti sotto il profilo geometrico, materico e tecnologico, al fine di individuare gli elementi resistenti e le relative caratteristiche, di determinare il comportamento delle diverse unità strutturali che costituiscono il complesso e di valutare le reciproche interazioni fra le stesse.

Si rimanda alla Relazione delle indagini diagnostiche per consultare i risultati dei rilievi e delle indagini condotte, con riferimento alle diverse zone che compongono l'edificio ed alla loro caratterizzazione sotto il profilo geometrico, tecnologico e materico e si rimanda alla Relazione Strutturale per la trattazione degli esiti ottenuti con le indagini diagnostiche in situ sulle diverse strutture e per la caratterizzazione dell'aggregato strutturale e delle relative unità strutturali componenti.

In riferimento alla tipologia e alle caratteristiche del terreno presente al di sotto delle fondazioni dell'edificio sono state effettuate indagini di approfondimento al fine di individuarne i parametri sismici da utilizzare nelle verifiche. Nella relazione geologica a firma del dott. geol. Roberto Pagani al sito in oggetto è stata attribuita la categoria di sottosuolo di riferimento E, si rimanda a tale relazione per consultare i risultati completi delle indagini condotte.

2.2 Analisi storica

Attraverso l'indagine storiografica condotta è stato possibile determinare l'evoluzione costruttiva del complesso, dalla sua fondazione fino ad oggi.

Le risultanze emerse nel corso di tale indagine, e sintetizzate nella relazione a cui si rimanda, sono sostanzialmente state confermate dagli esiti ottenuti nel corso delle indagini condotte.

3. DISSESTI E CRITICITA'

Durante la campagna di indagini non sono stati riscontrati dissesti significativi delle strutture esistenti che possano far pensare ad instabilità anche locali, gli unici danneggiamenti riguardano la copertura in legno dove la maggior parte degli elementi risultano danneggiati e degradati, il deterioramento degli intonaci esterni sui prospetti e la presenza di alcune fessure nelle murature.



Porzione di copertura danneggiata



Scrostamento degrado degli intonaci esterni

in corrispondenza di un travetto in legno appartenente al solaio del piano primo ed il pessimo stato di conservazione degli elementi strutturali lignei di copertura, dove in alcuni casi i travetti in legno esistenti sono stati affiancati da nuovi elementi di rinforzo.

Nella costruzione non sono presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti in passato; non sono possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto; e secondo quanto riportato nella relazione geologica non sono possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.

Per l'individuazione delle criticità si fa riferimento alla verifica sismica sulla quale si basa il presente progetto. Nella relazione di vulnerabilità, il Palazzo Municipale è risultato particolarmente carente sia dal punto di vista di un'analisi di tipo globale, che da un'analisi di tipo locale.

Le carenze descritte sono dovute principalmente alla scarsa resistenza dei maschi murari che compongono la struttura e dalla scarsa rigidità dei solai non in grado di garantire un comportamento membranale a livello di piano.

4. PROGETTO DEGLI INTERVENTI

Sulla scorta delle evidenze ottenute nel corso della campagna di rilievi ed indagini condotte, e delle successive analisi e valutazioni di ordine strutturale che vengono esposte nella relazione di calcolo, si sono definiti gli interventi di carattere strutturale finalizzati al miglioramento delle strutture esistenti risultate particolarmente vulnerabili all'azione sismica, oltre ai conseguenti interventi connessi al ripristino degli impianti, delle finiture e degli elementi di arredo.

Per le modifiche degli impianti conseguenti ai lavori di rinforzo strutturale si sono previsti degli elaborati specifici che hanno valutato tutte le interferenze degli impianti elettrici e meccanici esistenti con le opere di miglioramento sismico. Si rimanda alla specifica documentazione inerente la modifica dell'impianto elettrico e meccanico allegata per ulteriori approfondimenti.

Come riportato negli elaborati grafici sono stati progettati interventi finalizzati ad un sistematico consolidamento e rafforzamento degli elementi strutturali risultati particolarmente critici, al fine di migliorare sismicamente l'edificio.

Le tipologie principali di intervento sono il consolidamento dei maschi murari, il rinforzo degli impalcati e gli interventi in copertura.

Nel piano sottotetto non sono previsti interventi di recupero dei locali e gli ambienti attualmente utilizzati come archivi dovranno essere sgomberati, per non gravare con carichi eccessivi sugli orizzontamenti.

La filosofia che sottende le soluzioni progettuali che saranno adottate deriva dalla moderna teoria e prassi del restauro strutturale, oltre che dai dettami della norma vigente ed in specifico della Direttiva 2011.

Tutti gli interventi in programma saranno tesi a perseguire sistematicamente i seguenti principi ed obiettivi:

- *Minimo intervento*: in coerenza con le vigenti disposizioni normative sui beni tutelati e compatibilmente con le attuali condizioni statiche di alcune parti della struttura e con il suo effettivo riutilizzo funzionale, l'intervento dovrà essere "mirato" e "limitato", e dovrà privilegiare l'adozione di accorgimenti tesi a ridurre al massimo le possibili interferenze con l'esistente, in un'ottica di massima compatibilità con l'uso del bene.
- *Minimo impatto*: attraverso l'adozione di soluzioni che mirino ad "affiancarsi" alle strutture storiche, senza sostituirle, assumendo una "quota parte" delle sollecitazioni di progetto e sgravando conseguentemente le strutture murarie che da sole non sarebbero in grado di sopportare.
- *Riconoscibilità*: i nuovi elementi strutturali finalizzati al consolidamento delle strutture storiche dovranno essere facilmente distinguibili dalle strutture antiche, al fine di evitare il loro camuffamento con il conseguente rischio di una errata lettura dell'organismo edilizio e della sua evoluzione storica.
- *Massima reversibilità*: per quanto possibile tutti gli interventi dovranno tendere a garantire questo principio attraverso il privilegio di tecniche "a secco", facilmente removibili e/o di accorgimenti volti a salvaguardare al massimo le compagini murarie storiche senza pregiudicarne l'efficienza strutturale.

L'approccio al consolidamento e miglioramento sismico del Palazzo Municipale nasce inevitabilmente da una preventiva approfondita analisi e valutazione critica della struttura, nelle sue connotazioni geometriche/tipologiche, nella evoluzione storica della sua costruzione, nella individuazione dei suoi sistemi

ed elementi resistenti, oltre che nella caratterizzazione dei suoi materiali costituenti.

Così per giungere alla definizione delle soluzioni di progetto qui di seguito riassunte e meglio specificate nella apposita Relazione Strutturale, facente parte integrante del Progetto Esecutivo, si è partiti da una approfondita fase di acquisizione della conoscenza, che è stata certamente agevolata dalla possibilità di avere preventivamente condotto sul Municipio la valutazione della vulnerabilità sismica, e che ha previsto successivamente i seguenti passaggi:

- Esecuzione di un rilievo dettagliato della geometria e delle diverse manifestazioni di dissesto;
- Esecuzione dell'indagine storica attraverso la consultazione di fonti bibliografiche ed archivistiche riferite alla storia di Villongo;
- Esecuzione di una campagna di caratterizzazione dei materiali mediante prove in situ con martinetto piatto singolo e doppio, la realizzazione di saggi murari per la verifica della tessitura e della consistenza muraria in diversi punti della fabbrica e la realizzazione di saggi sui vari orizzontamenti per verificarne le caratteristiche costruttive e lo stato dei materiali;

Gli interventi progettati hanno privilegiato il perseguimento dei seguenti obiettivi:

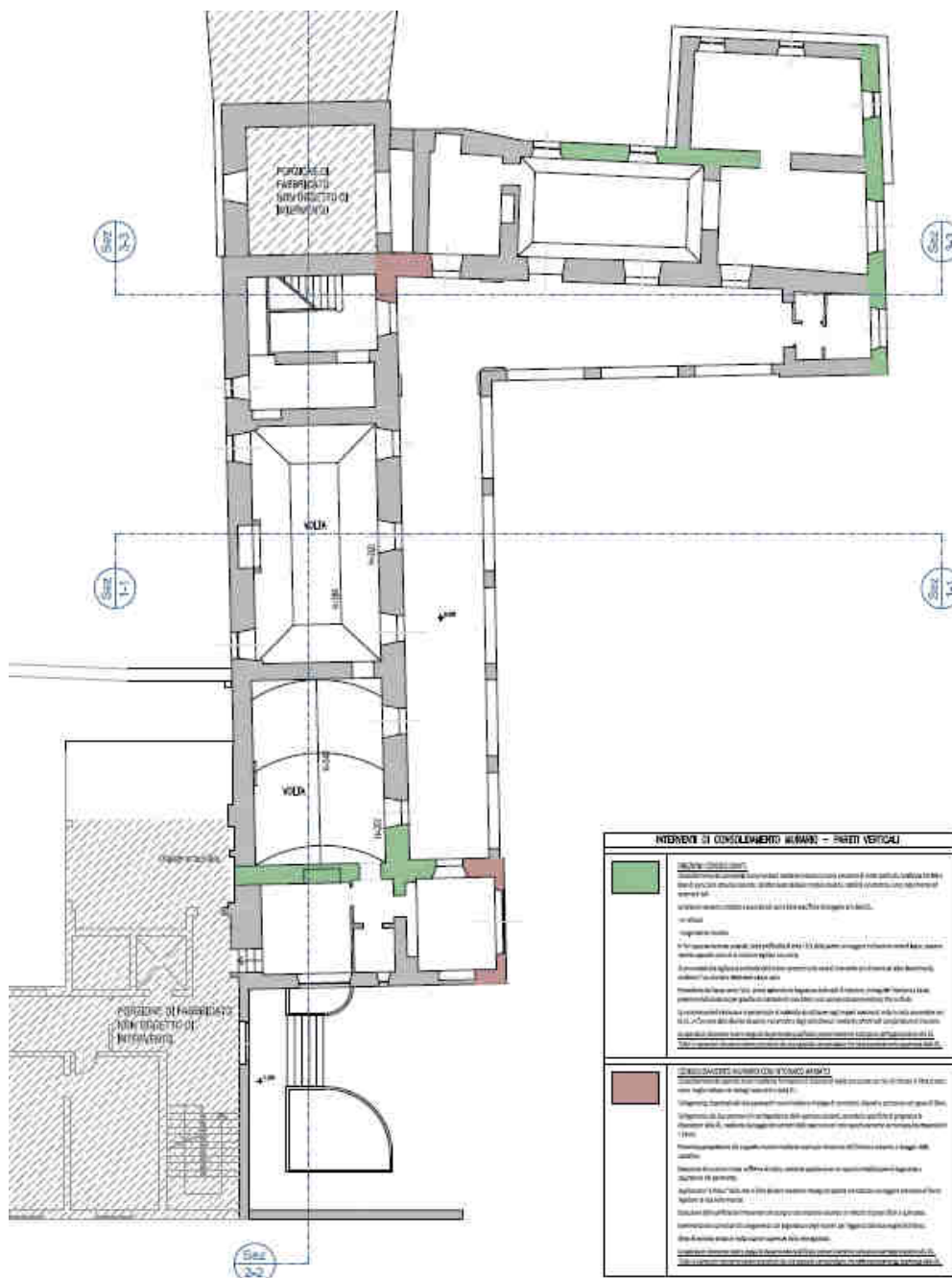
- i. Miglioramento delle caratteristiche di resistenza delle murature esistenti mediante estese operazioni di riagggregazione muraria e consolidamento, con iniezioni e mirati interventi di placcaggio con intonaco armato a base di calce;
- ii. Miglioramento dei collegamenti murari attraverso la posa in opera di nuovi sistemi di tirantatura metallica a livello dei solai, per migliorare il comportamento nei riguardi dei meccanismi di I modo;
- iii. Realizzazione di nuovi diaframmi rigidi a livello dei solai e delle falde di copertura, costituiti da doppio assito in legno incrociato in corrispondenza dei solai in legno e della copertura, da intelaiatura metallica in corrispondenza dei solai in laterocemento e nuove tirantature in acciaio in corrispondenza delle volte. La funzione di tali diaframmi è quella di solidarizzazione delle diverse compagini murarie presenti, a garantire un efficiente "comportamento scatolare" della struttura ed un efficace trasferimento delle sollecitazioni orizzontali ai sistemi murari più capaci in termini di rigidezza e di resistenza;

Il progetto prevede nello specifico i seguenti interventi:

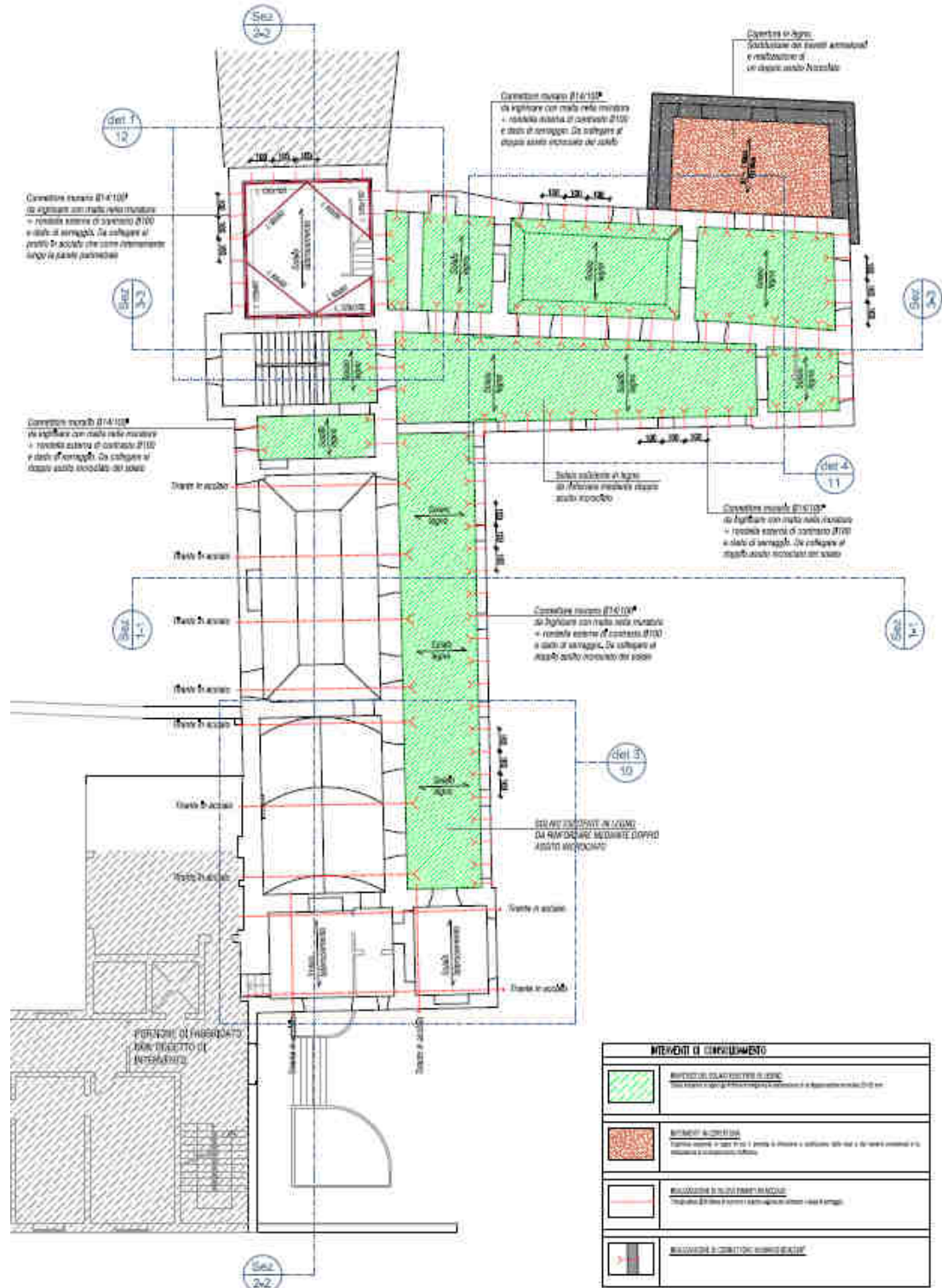
1. Smontaggio controllato delle pavimentazioni del piano primo e sottotetto;
2. Interventi di consolidamento dei maschi murari;
3. Rinforzo, irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in legno;
4. Irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in laterocemento;
5. Realizzazione di piano rigido in corrispondenza delle volte tramite l'inserimento di nuovi tiranti in acciaio a livello del 1° solaio;
6. Rifacimento della copertura con realizzazione di nuovo piano membranale;
7. Manutenzione impianto elettrico e meccanico;

8. Interventi di restauro e risanamento delle facciate;
9. Posa delle nuove pavimentazioni al piano primo e terra;
10. Realizzazione delle nuove murature divisorie interne e nuovi servizi igienici;
11. Verifica dei controsoffitti ed eventuali ripristini;
12. Rimozione e posa delle porte interne e dei serramenti;
13. Superfici interne.

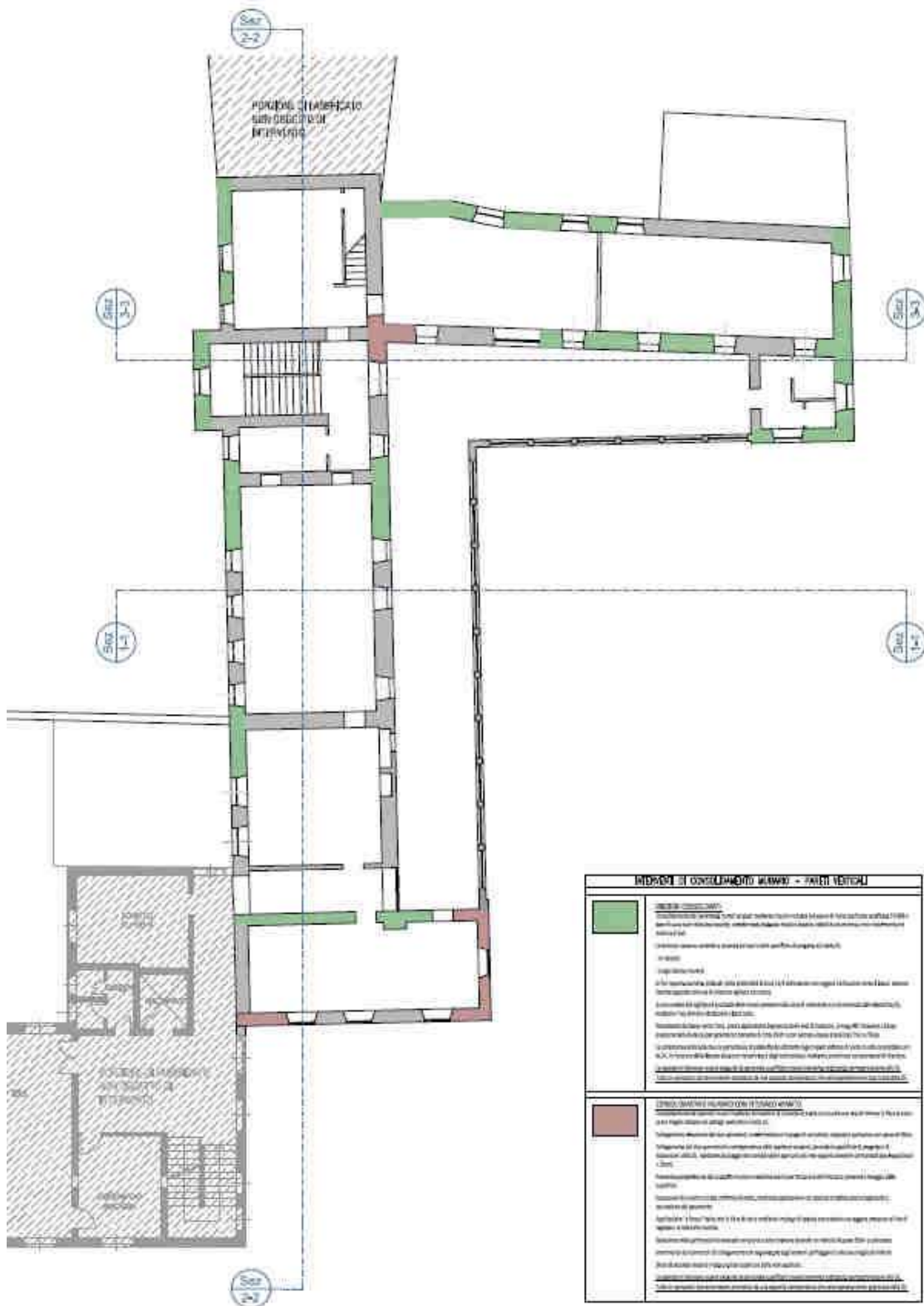
Di seguito sono riportati alcuni disegni di carattere generale, estratti dalle tavole di progetto, rappresentativi degli interventi.



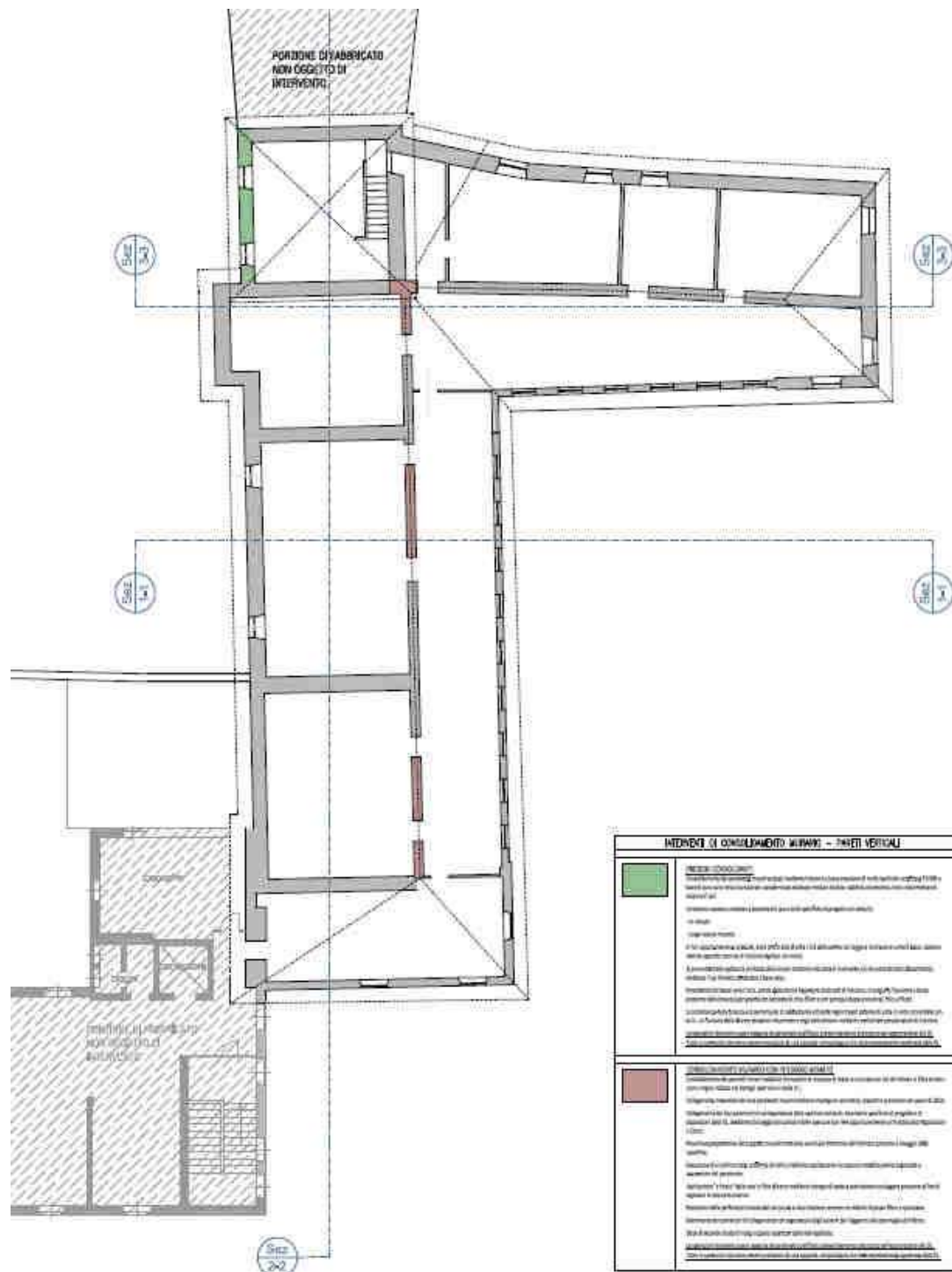
Progetto: pianta piano terra



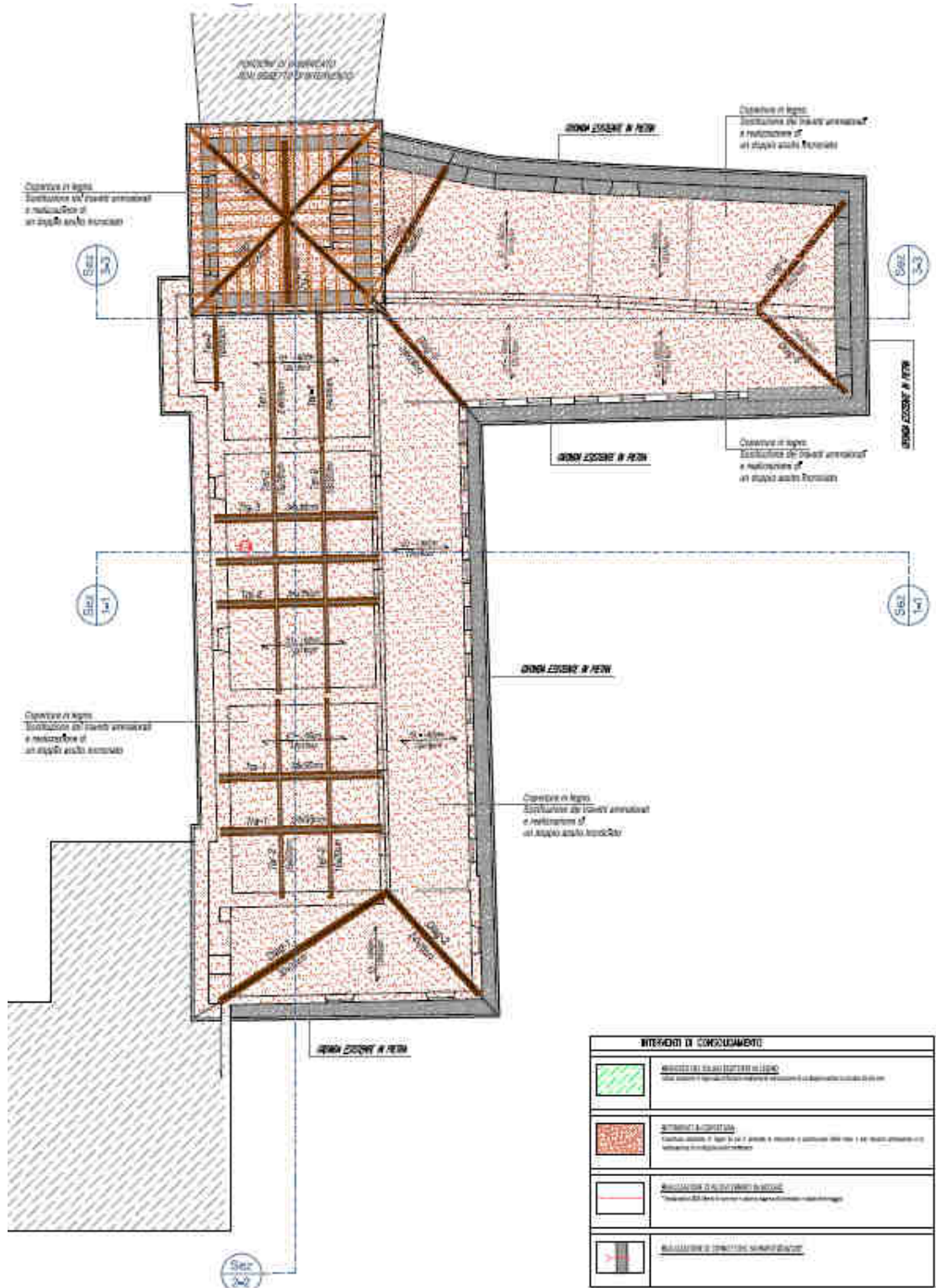
Progetto: carpenteria primo solaio



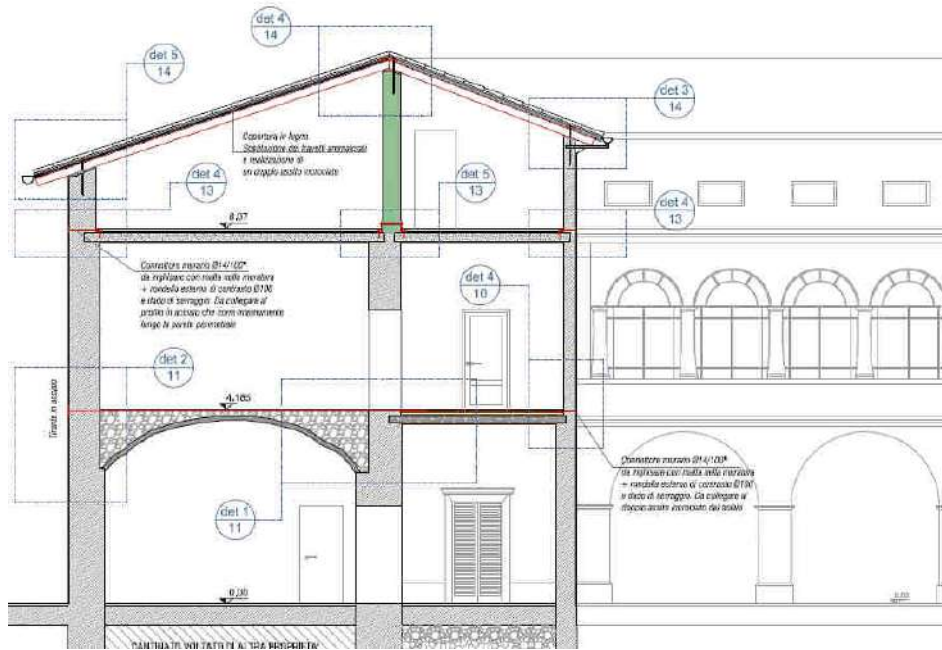
Progetto: pianta piano primo



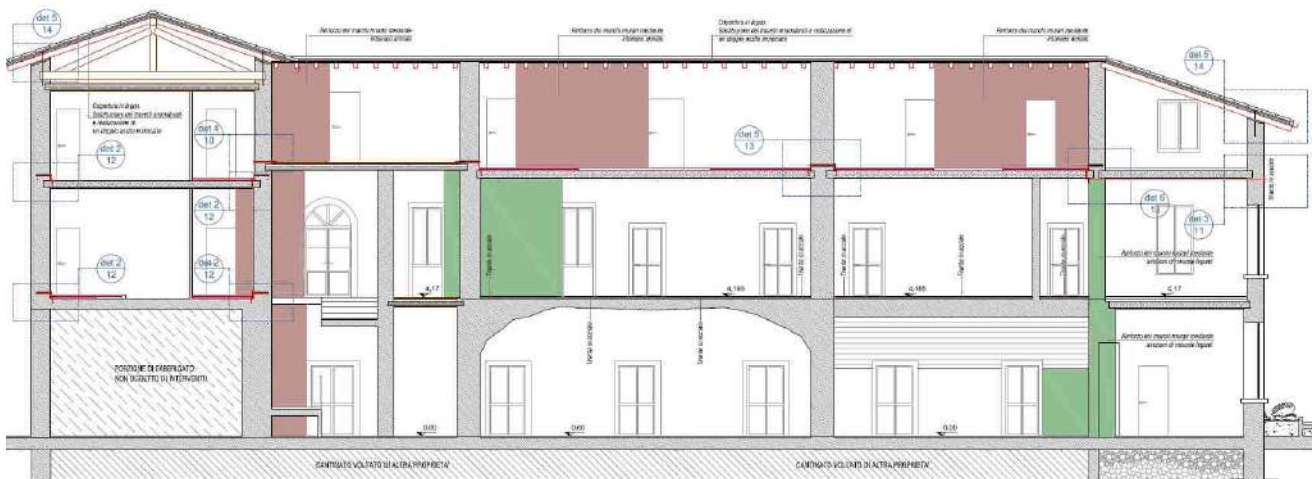
Progetto: pianta piano sottotetto



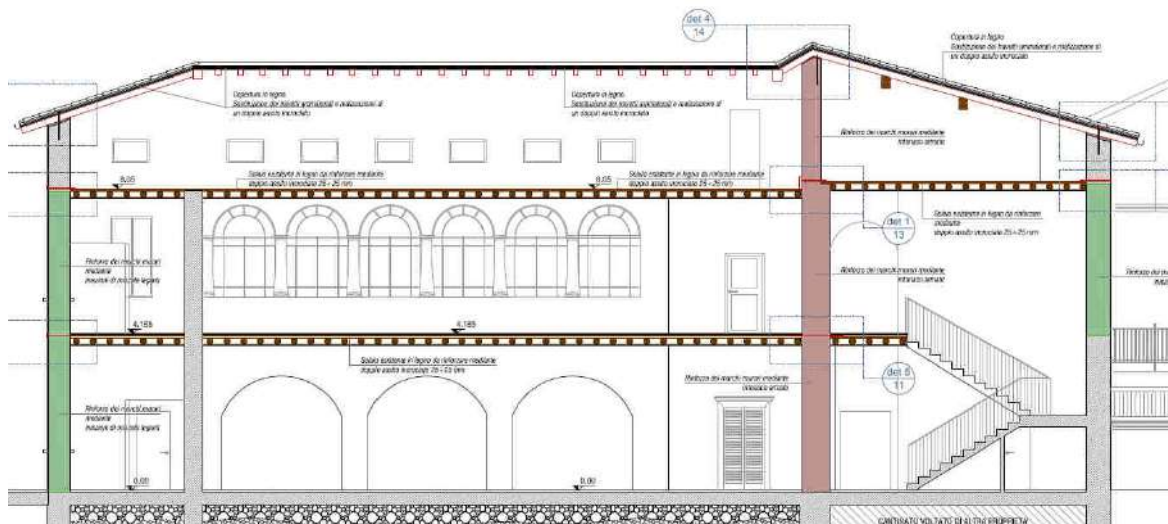
Progetto: pianta copertura



Progetto: sezione 1-1



Progetto: sezione 2-2



Progetto: sezione 3-3

Di seguito vengono descritti gli interventi previsti secondo un ordine di esposizione correlato alla sequenza operativa di intervento.

Si rimanda alla Relazione Strutturale per un maggiore dettaglio sulle modalità di intervento e sulle verifiche dei diversi sistemi resistenti implementati.

4.1 Smontaggio controllato delle pavimentazioni del piano primo e sottotetto

Dopo aver rimosso ogni arredo e le porte interne, si procederà allo smontaggio controllato delle pavimentazioni del piano primo e sottotetto fino a raggiungere l'assito in legno secondo la seguente sequenza:

- Smontaggio della pavimentazione
- Rimozione del sottofondo
- Rimozione degli impianti interferenti secondo le indicazioni dei rispettivi direttori operativi
- Verifica ed eventuale sostituzione di elementi degradati in legno
- Pulizia del supporto

Non è prevista la rimozione dell'assito in legno e dei travetti dei solai, ma dovranno essere verificati i vari elementi lignei e sostituiti se degradati.

Tale verifica dovrà essere condotta dall'impresa la quale comunicherà al D.L. l'esito e con il quale si concorderanno gli elementi da sostituire e le modalità operative.

Gli elementi da sostituire dovranno possedere le medesime caratteristiche degli elementi sostituiti.



Pavimentazione da smontare del piano primo e sottotetto

La pavimentazione da smontare presente al piano primo è in mattonelle di graniglia di recente posa e non presenta elementi di pregio che ne giustifichino un suo riutilizzo pertanto verranno allontanate dal cantiere. La pavimentazione presente nel sottotetto è in cotto antico e verrà stoccata in cantiere ed eventualmente riutilizzata o accatastata presso il deposito comunale per un suo futuro riutilizzo, in quanto attualmente non è previsto il rifacimento della pavimentazione nel sottotetto.

4.2 Interventi di consolidamento dei maschi murari

Per meglio caratterizzare le strutture murarie sono state eseguite diverse prove e saggi tra cui martinetti piatti, analisi penetrometriche sulla malta e smontaggi localizzati. Tramite tali verifiche si è giunti a definire le caratteristiche delle murature esistenti e con la verifica della vulnerabilità sismica si sono individuati i maschi murari maggiormente sollecitati in caso di sisma.



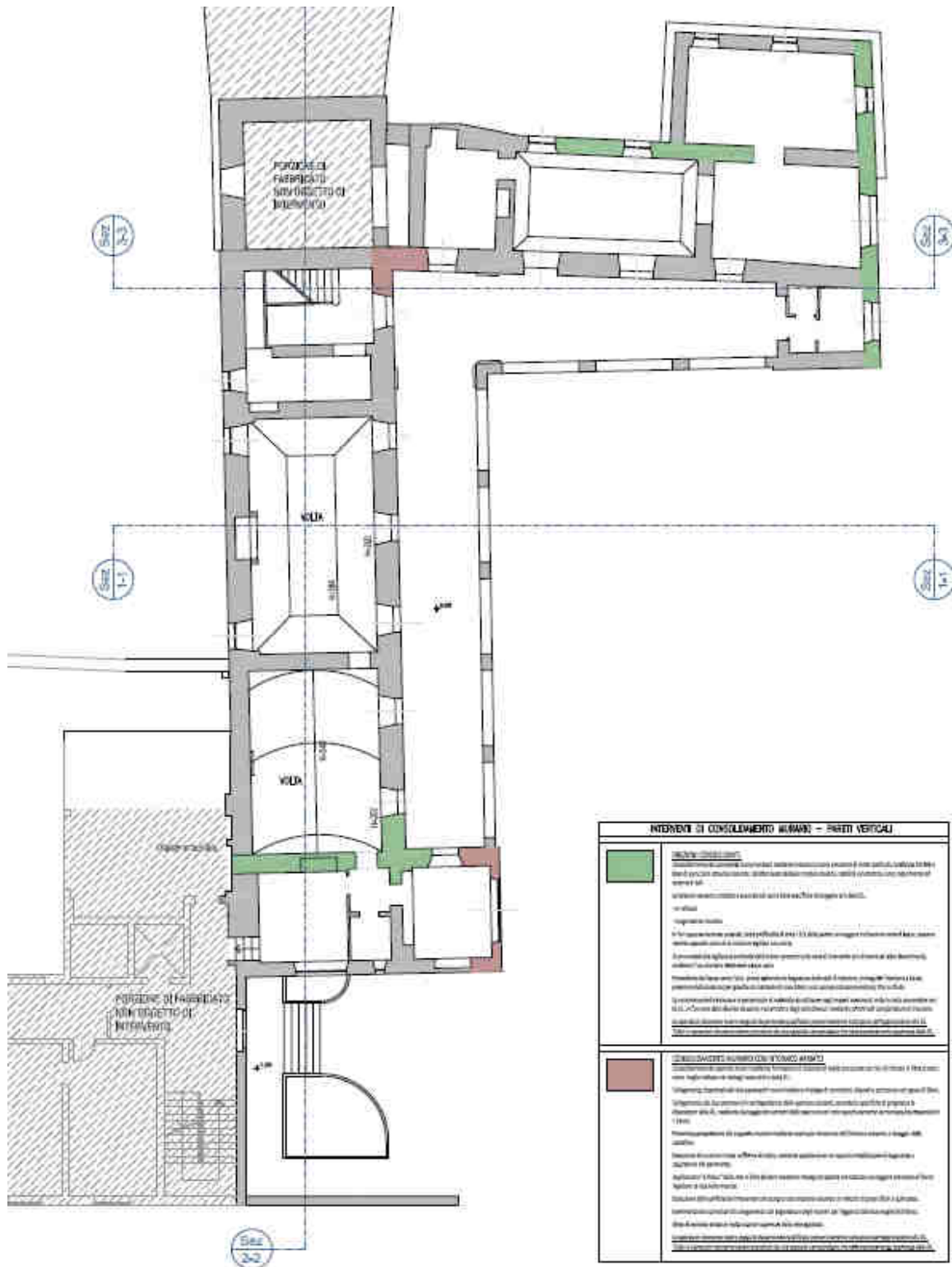
Prova tramite martinetti piatti



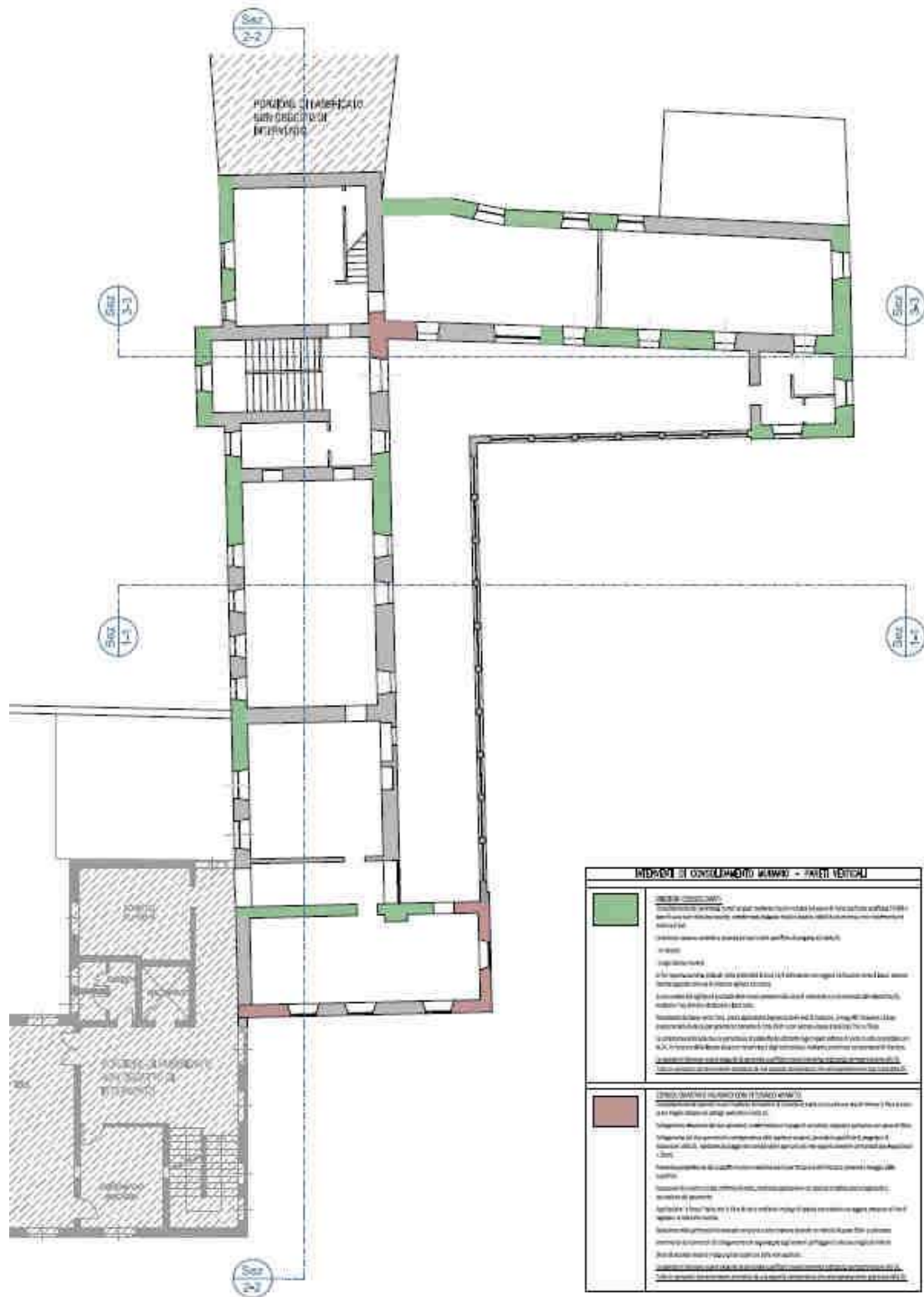
Penetrometro per malta

Nel presente progetto si sono infine previsti gli interventi di rinforzo più idonei da attuare sulle murature che consistono in operazioni estese di iniezioni a bassa pressione con boiacca di calce e inerti fini e mirati interventi di placcaggio con intonaco armato anch'esso a base di calce.

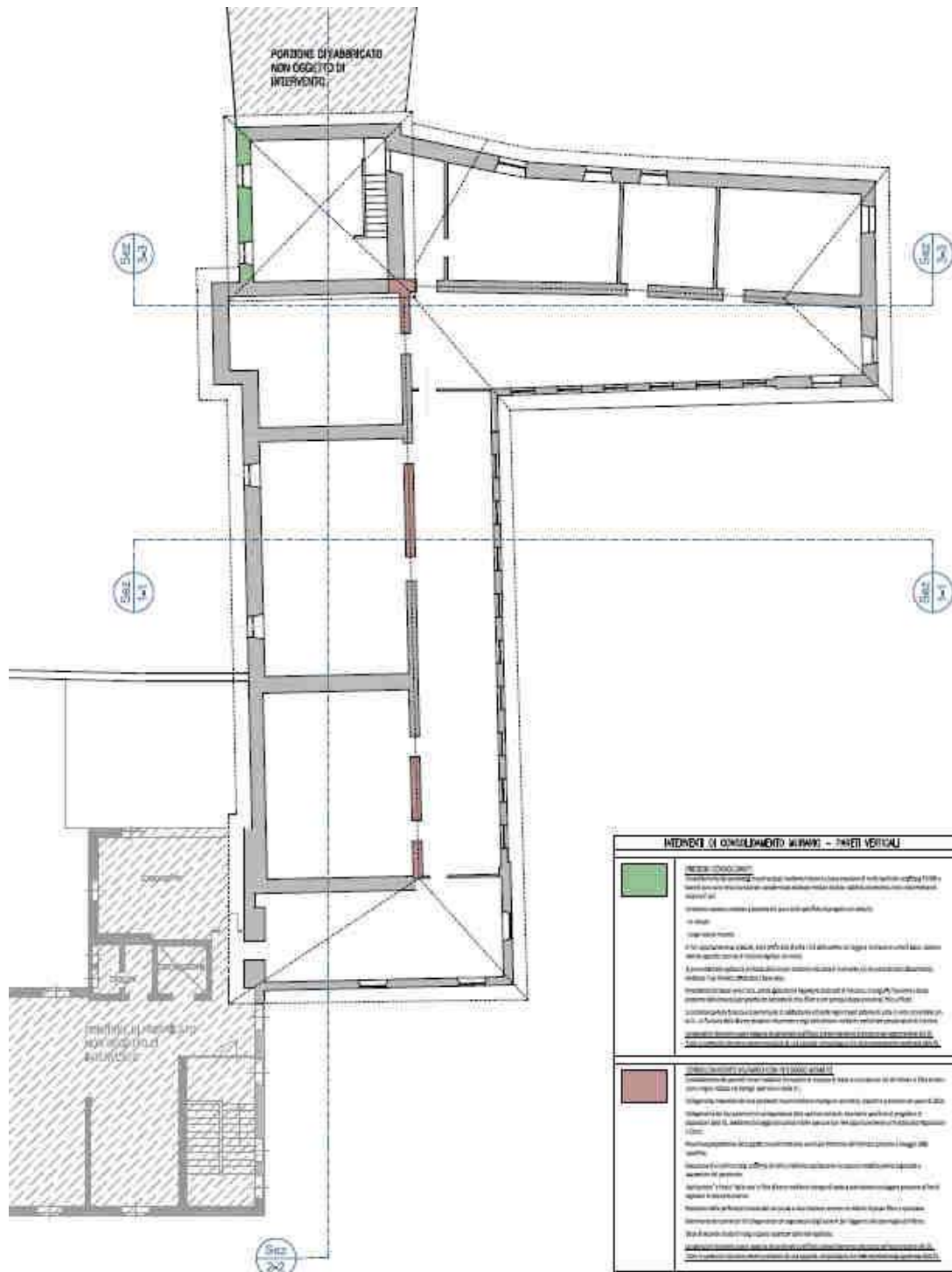
Si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto per un maggior dettaglio sugli interventi di riparazione e consolidamento murario previsti.



Pianta del piano terra con indicazione delle murature oggetto di rinforzo



Pianta del piano primo con indicazione delle murature oggetto di rinforzo



Pianta del sottotetto con indicazione delle murature oggetto di rinforzo

Tecniche di rinforzo delle murature previste in progetto:

- INIEZIONI CONSOLIDANTI

Consolidamento dei paramenti murari verticali mediante iniezioni a bassa pressione di malta iperfluida certificata EN 998 a base di pura calce idraulica naturale, caratterizzata da basso modulo elastico, stabilità volumetrica, lento indurimento ed assenza di sali.

Le iniezioni saranno condotte a seconda dei casi e delle specifiche di progetto e/o della DL:

- in reticolo

- lungo lesione muraria

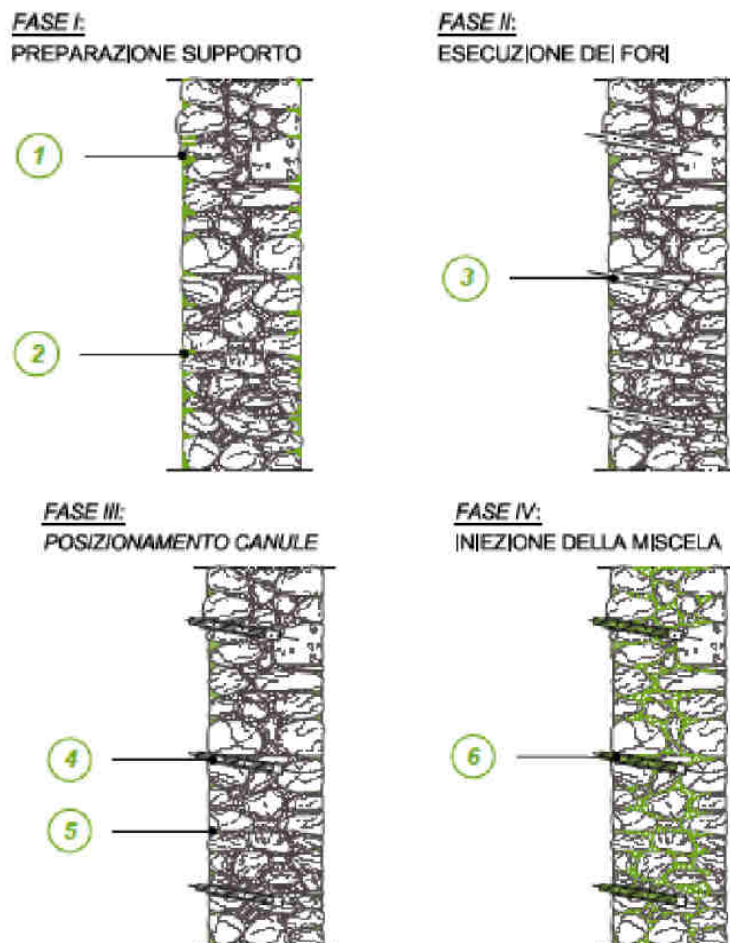
In fori opportunamente praticati, della profondità di circa i 2/3 della parete con leggera inclinazione verso il basso, saranno inserite apposite cannule di iniezione sigillate con malta.

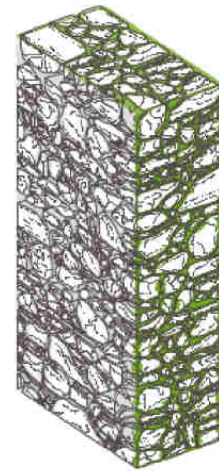
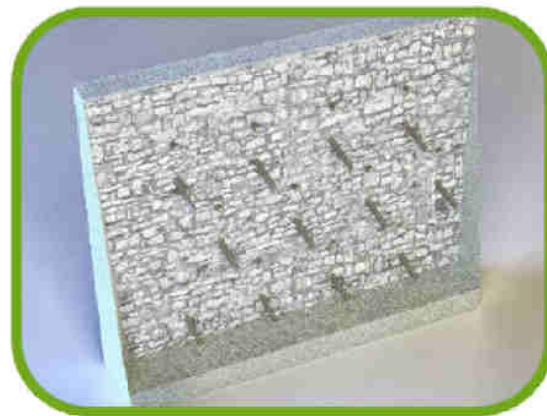
Si provvederà alla sigillatura profonda delle lesioni presenti nella zona di intervento e/o di eventuali altre discontinuità, mediante l'uso di malta strutturale a base calce.

Procedendo dal basso verso l'alto, previa abbondante bagnatura delle sedi di iniezione, si eseguirà l'iniezione a bassa pressione della boiaccia (per gravità con battente di circa 50cm o con pompa a bassa pressione), fino a rifiuto.

La consistenza della boiaccia e la percentuale di sabbietta da utilizzare negli impasti saranno di volta in volta concordate con la D.L. in funzione delle diverse situazioni riscontrate e degli esiti ottenuti mediante preliminari campionature di iniezione.

Vengono di seguito riportati alcuni dettagli di tale intervento.





ASSONOMETRIA

Consolidamento dei maschi murari tramite iniezioni

- CONSOLIDAMENTO MURARIO CON INTONACO ARMATO

Consolidamento dei pannelli murari mediante formazione di intonaco di malta strutturale con reti di rinforzo in fibra come meglio indicata nelle tavole strutturali e dalla D.L.

Collegamento trasversale dei due paramenti murari mediante impiego di connettori, disposti a quinconce con passo di 50cm.

Collegamento dei due paramenti in corrispondenza delle aperture esistenti, secondo le specifiche di progetto e le disposizioni della DL, mediante placcaggio dei contorni delle aperture con rete opportunamente sormontata (sovrapposizioni > 25cm).

Preventiva preparazione del supporto murario mediante eventuale rimozione dell'intonaco presente e lavaggio della superficie.

Esecuzione di un primo strato uniforme di malta, mediante applicazione con spatola metallica previa bagnatura a saturazione del paramento.

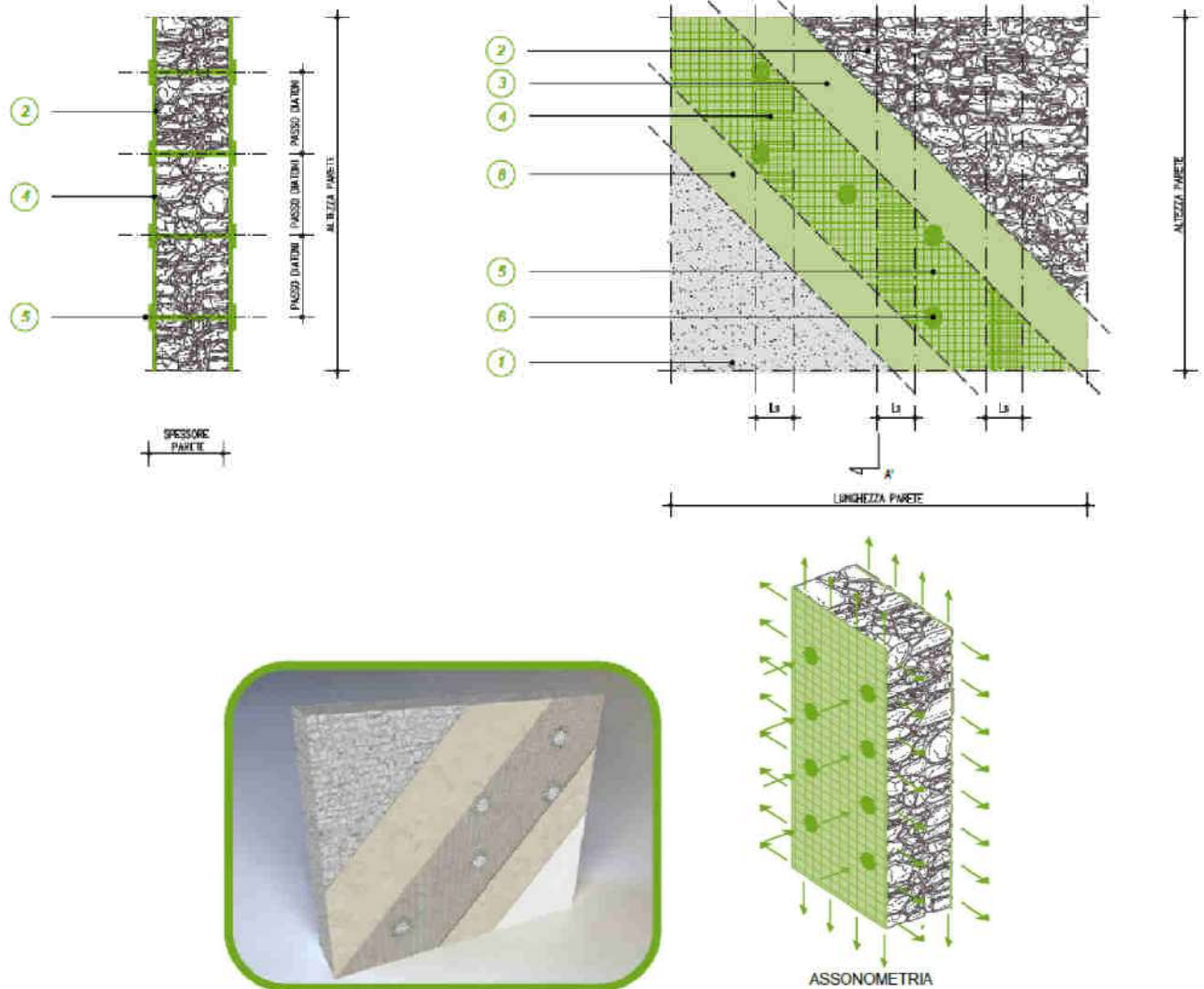
Applicazione "a fresco" della rete in fibra mediante impiego di spatola esercitando una leggera pressione al fine di inglobare la rete nella matrice.

Esecuzione delle perforazioni trasversali con punta a sola rotazione secondo un reticolo di passo 50cm a quinconce.

Inserimento dei connettori di collegamento con sagomatura degli estremi per l'aggancio alle due maglie di rinforzo.

Stesa di secondo strato di malta a totale copertura della rete applicata.

Vengono di seguito riportati alcuni dettagli di tale intervento.



Consolidamento dei maschi murari tramite intonaco armato

Vista la tipologia di muratura del Palazzo Municipale i principali interventi di consolidamento sono quelli descritto sopra, non si esclude però la possibilità di ricorrere ad altri ripristini localizzati attraverso tecniche di restauro consolidate come il ripristino dei giunti di allettamento, la tecnica dello scuci-cuci e la sarcitura profonda delle lesioni. Nel seguito una breve descrizione di questi interventi:

- RIPRISTINO STRUTTURALE DEI GIUNTI DI ALLETTAMENTO

Operazioni di ripristino delle caratteristiche meccaniche delle murature condotte sulle superfici dei paramenti murari esterni e interni attraverso la preliminare scarifica "profonda" dei giunti esistenti e la successiva ricostituzione degli stessi con malta strutturale a base calce.

Il lavoro sarà condotto "a mano" mediante l'uso di attrezzi manuali, evitando impiego di tassellatori a percussione, su tutta la superficie interessata, tanto sugli allettamenti verticali che orizzontali, per una profondità minima di 8 cm, su entrambi i paramenti murari ovvero su un singolo paramento a seconda delle specifiche di progetto.

- SCUCI - CUCI

Esecuzione di integrazioni del paramento murario sconnesso mediante operazioni locali di "scuci-cuci" consistenti nella preliminare demolizione/rimozione localizzata del tessuto murario degradato/sconnesso, per la costituzione di sedi idonee di ammorsatura per le nuove porzioni di muratura nel tessuto esistente, nella posa in opera dei nuovi elementi lapidei opportunamente selezionati con allettamenti di malta da ripristino strutturale a base calce e pozzolana, e nella forzatura degli stessi blocchi mediante operazioni di rincocciatura con malta, cunei di legno e scaglie di mattone o pietra.

La profondità di intervento dovrà essere di volta in volta valutata, a seconda della severità del dissesto, degli spessori della parete, ... e sarà preventivamente condivisa con la DL che ne dovrà dare esplicita approvazione.

- SARCITURA PROFONDA DELLE LESIONI

Ripristino della continuità muraria mediante sarcitura profonda delle lesioni con malta strutturale a base calce.

Il lavoro sarà condotto "a mano" mediante l'uso di attrezzi manuali, mediante l'apertura delle labbra di fessura e l'allargamento della stessa nelle zone più strette in cui non risulta praticabile l'inserimento della malta.

Bagnatura a rifiuto delle superfici interne della muratura e successivo intasamento della malta mediante l'uso di attrezzatura manuale idonea.

L'intasamento sarà mantenuto in leggero sottosquadro per consentire la sigillatura finale della lesione mediante impiego di malta di calce ed aggregati di resa estetica analoga alle superfici circostanti.

Per tutte le tipologie di intervento le operazioni dovranno essere eseguite da personale qualificato preventivamente sottoposto per approvazione alla DL.

Inoltre tutte le operazioni dovranno essere precedute da una apposita campionatura che sarà espressamente approvata dalla DL. I materiali utilizzati dovranno essere preventivamente sottoposti ed approvati dalla D.L.

4.3 Rinforzo, irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in legno

In corrispondenza dei solai in legno presenti sia al piano primo che sottotetto, vista la necessità di donare alla struttura un nuovo "comportamento scatolare" e di stabilizzare le murature rispetto al ribaltamento, si è previsto di rinforzarli tramite la realizzazione di un doppio assito incrociato e di collegarlo alle murature.

Il doppio assito presenta la duplice funzionalità sia di aumentare la capacità portante dei solai rispetto ai carichi gravitazionali che di donare agli orizzontamenti la rigidità necessaria per poter trasferire le azioni orizzontali date dal sisma.

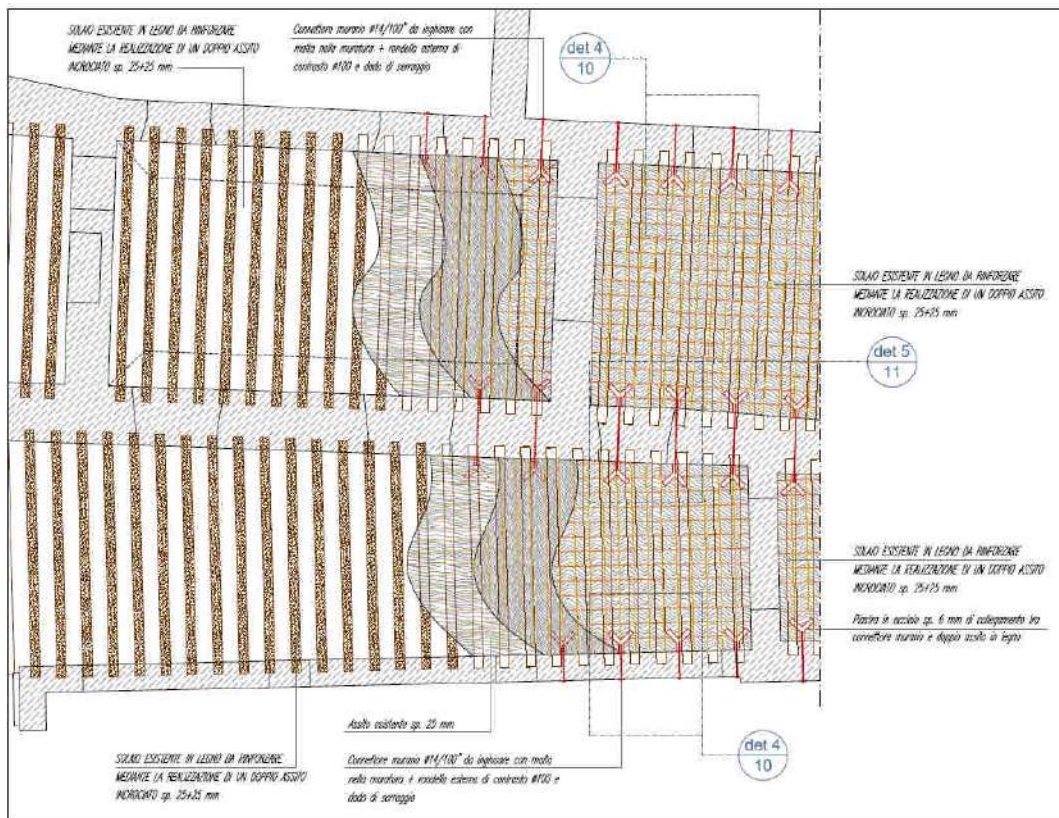
I nuovi tiranti in acciaio previsti in progetto garantiscono un efficace collegamento tra i solai e le murature,

risultando indispensabili per trasferire le sollecitazioni sismiche alle pareti e per stabilizzarle contro il ribaltamento.

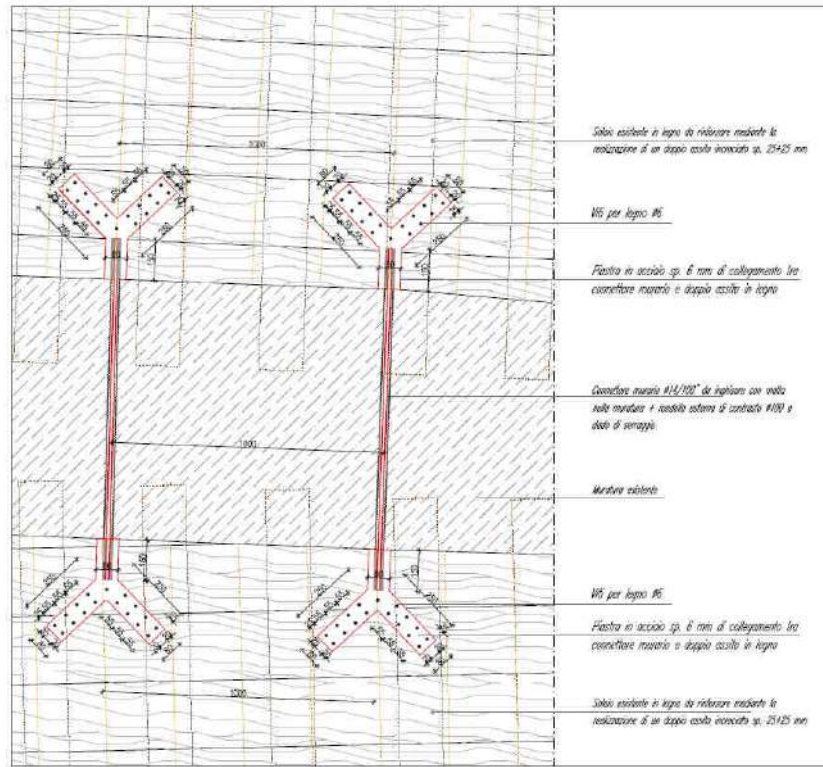
Gli elementi in acciaio verranno collegati al nuovo assito tramite dei piatti a coda di rondine avvitati con viti autofilettanti, mentre verranno collegati alla muratura tramite iniezioni di malta base calce nello spessore murario e rondelle con bulloni posti sotto intonaco sulla faccia esterna.

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere trattati contro il degrado attraverso la tecnica della zincatura a caldo.

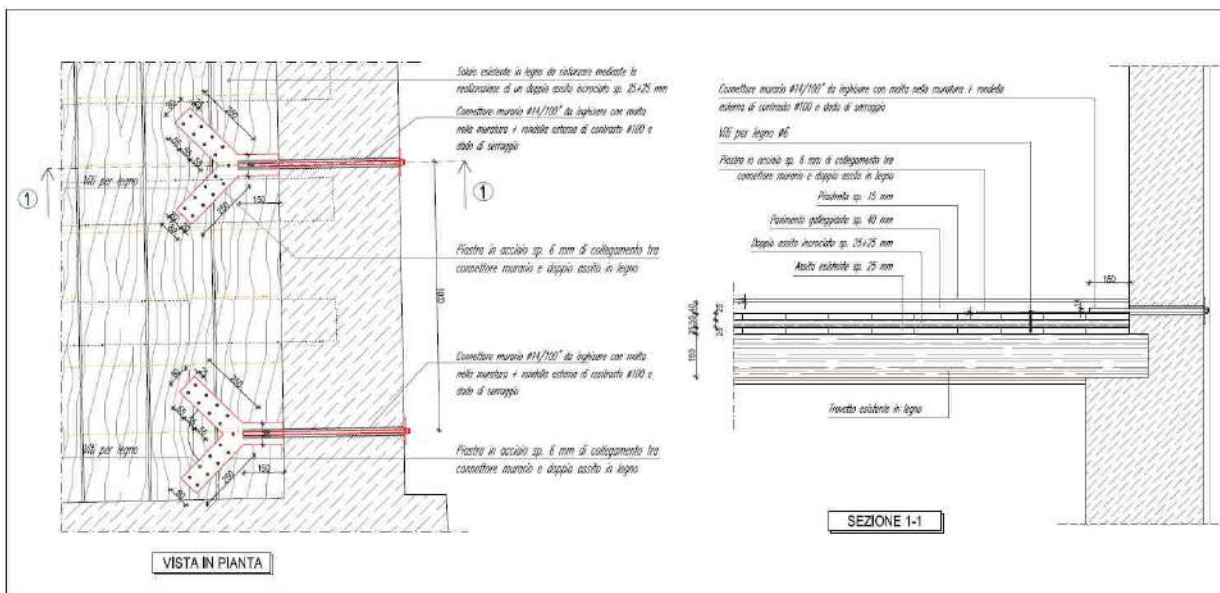
Le perforazioni della muratura dovranno avvenire tramite idonei trapani con funzionamento a sola rotazione onde evitare di perturbare eccessivamente la muratura.



Particolare rinforzo solaio in legno piano primo con doppio assito incrociato



Particolare connettore murario interno applicato su solaio in legno



Particolare connettore murario esterno applicato su solaio in legno

Al termine dei rinforzi sui solai in legno è previsto il ripristino della pavimentazione solamente per il primo piano, mentre nel sottotetto rimarrà a vista il secondo assito.

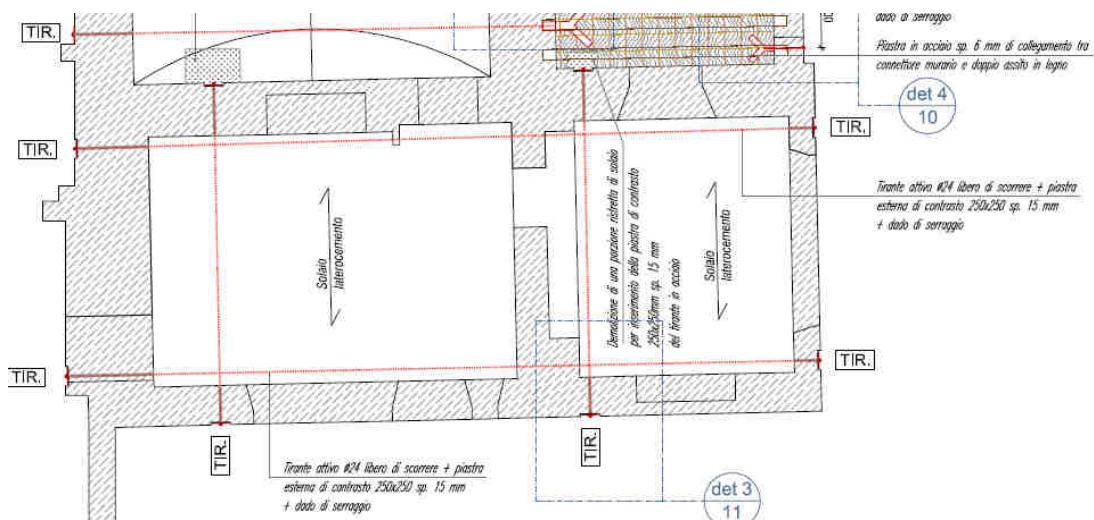
4.4 Irrigidimento e nuovi collegamenti con le murature dei solai esistenti in laterocemento

Negli anni '60 il Palazzo subì una grande trasformazione finalizzata ad ospitare gli uffici comunali ed in tale occasione vennero sostituiti parte dei solai in legno con solai in laterocemento. Tali nuovi orizzontamenti costituiti da travetti in c.a. vennero semplicemente alloggiati in tasche nella muratura, senza realizzare dei collegamenti efficaci. Per garantire la stabilità contro il ribaltamento delle pareti e per garantire un efficace trasferimento delle azioni orizzontali alla muratura sono stati previsti degli incatenamenti di piano.

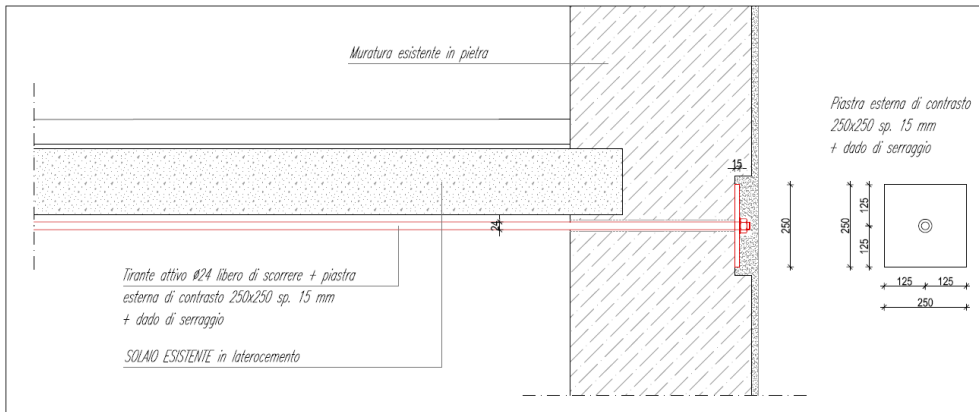
In corrispondenza dell'attuale ufficio del sindaco al piano primo, dove non è prevista la rimozione della pavimentazione, il progetto prevede l'inserimento di tiranti all'intradosso del solaio che collegano le murature perimetrali dell'ufficio.



Attuale ufficio del sindaco al piano 1°



Nuove tirantature in acciaio al piano primo



Particolare tirante in acciaio collegato alla muratura esterna

Nelle restanti zone dove sono presenti questi solai in laterocemento è invece previsto un intervento molto simile a quello precedentemente illustrato per i solai in legno.

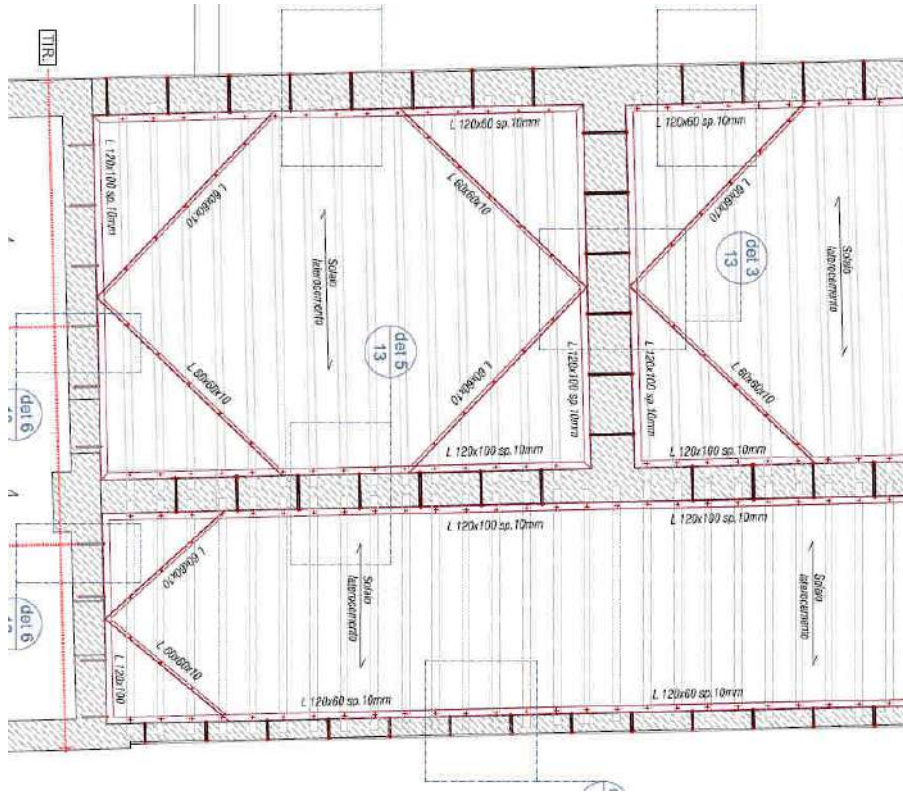
Previa rimozione delle pavimentazioni e degli impianti interferenti dove presenti, è prevista la realizzazione di un'intelaiatura metallica sul perimetro interno delle porzioni di solai, con la funzione di collegare gli orizzontamenti alle pareti. Il collegamento avverrà tramite tasselli posti nei travetti di solaio e tiranti passanti nelle murature.

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere trattati contro il degrado attraverso la tecnica della zincatura a caldo.

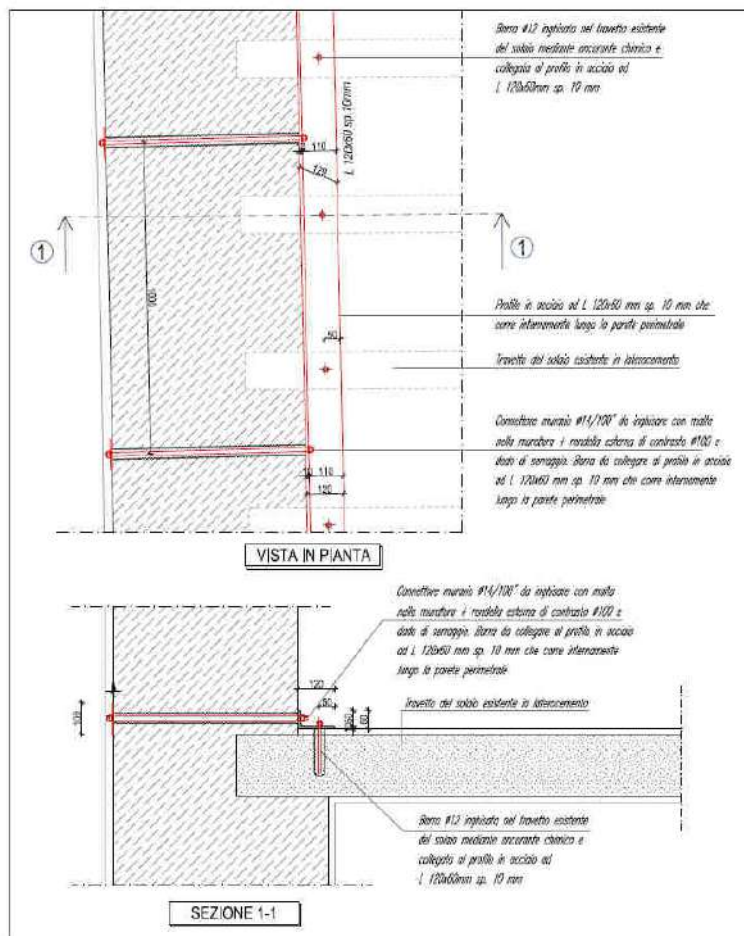
Le perforazioni della muratura dovranno avvenire tramite idonei trapani con funzionamento a sola rotazione onde evitare di perturbare eccessivamente la muratura.



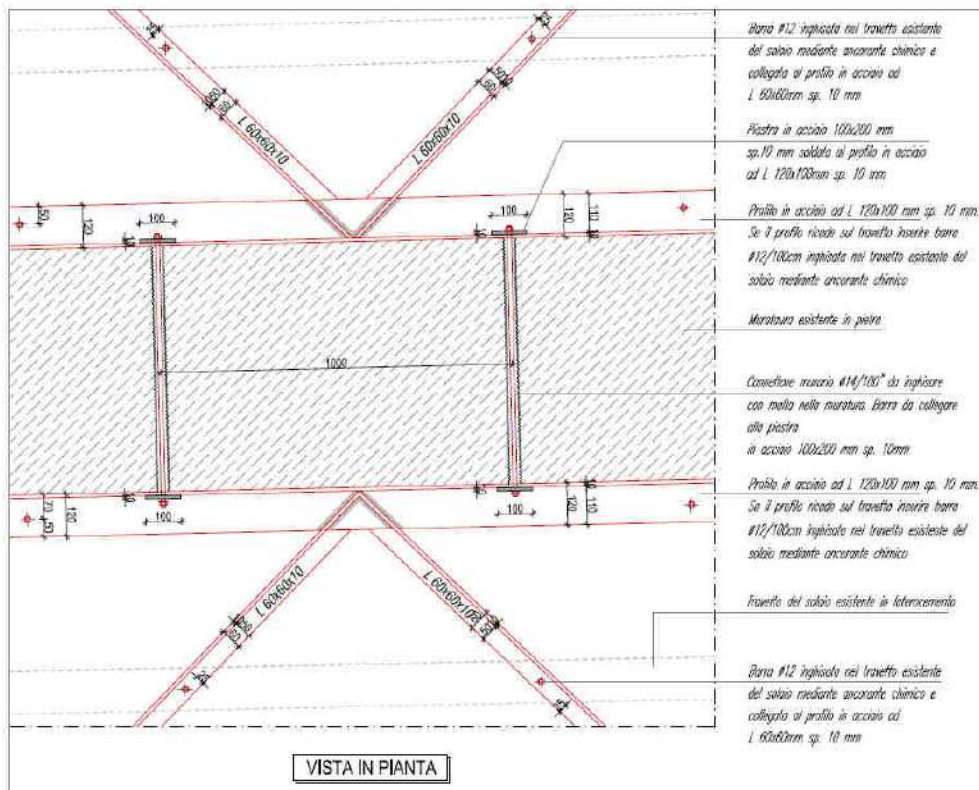
Solai in laterocemento al piano sottotetto



Particolare intervento sul solaio in laterocemento al piano sottotetto



Particolare intervento sul solaio in laterocemento al piano sottotetto



Particolare intervento sul solaio in laterocemento al piano sottotetto

Al termine degli interventi di rinforzo in corrispondenza dei solai in laterocemento verranno ripristinate le pavimentazioni solamente sulla porzione a torre.

4.5 Realizzazione di piano rigido in corrispondenza delle volte tramite l’inserimento di nuovi tiranti in acciaio a livello del primo solaio.

Al fine di garantire un efficace collegamento con le murature e poter attribuire al primo solaio in corrispondenza delle volte un comportamento membranale in grado di ripartire le azioni orizzontali, si è previsto l’inserimento di nuovi tiranti in acciaio all’estradosso della volta.

Considerando che non è contemplata in progetto la rimozione della pavimentazione al di sopra delle volte i nuovi tiranti verranno posizionati nello spessore del sottofondo esistente, prevedendo uno scasso solo in corrispondenza dell’alloggio degli elementi in acciaio.

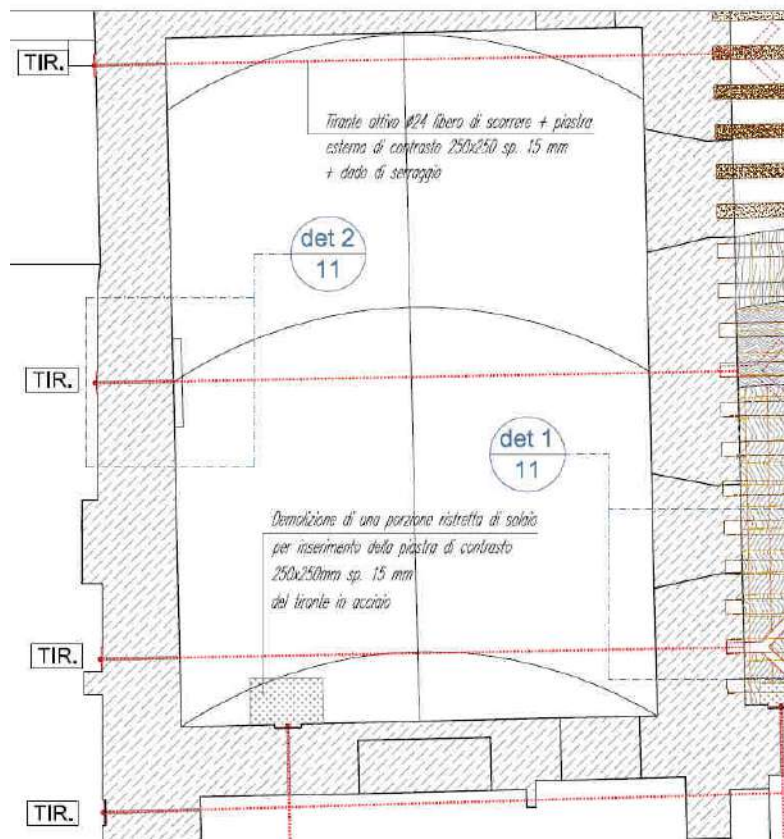


Saggi conoscitivi realizzati nella pavimentazione al di sopra della volta.

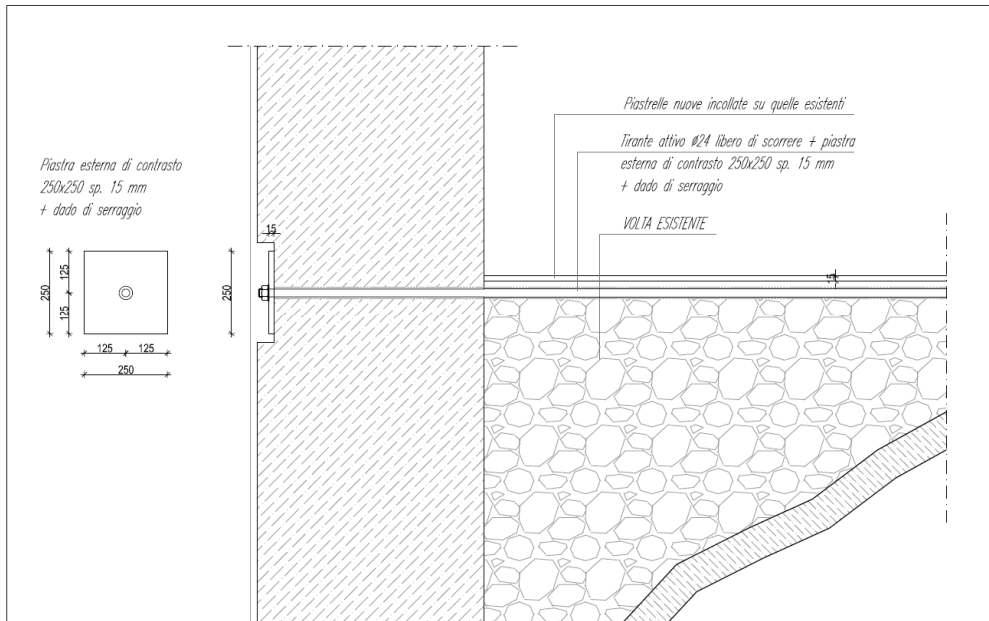
Sulla testa delle catene in corrispondenza delle murature perimetrali, per evitare lo sfilamento, verrà posizionato idoneo capo chiave.

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere trattati contro il degrado attraverso la tecnica della zincatura a caldo.

Le perforazioni della muratura dovranno avvenire tramite idonei trapani con funzionamento a sola rotazione onde evitare di perturbare eccessivamente la muratura.



Particolare tirantature estradosso volte



Particolare tirante in acciaio volte collegato alla muratura esterna

4.6 Rifacimento della copertura con realizzazione di nuovo piano membranale.

Uno degli interventi più importanti sia a livello statico che architettonico è quello che prevede lo smontaggio e il riposizionamento della copertura.

Attualmente il tetto presente risulta essere in pessimo stato di conservazione, nel tempo si sono verificate molte infiltrazioni che hanno portato alla rottura o al degrado per marcescenza di diverse travi in legno ed è anche per tale motivo che la quasi totalità del legname non risulta riutilizzabile.



Orditura in legno della copertura

Al fine di verificare la consistenza del legname di copertura è stata effettuata la mappatura con successiva verifica delle travi e dei travetti, dalla quale è emerso che vi è solo una trave riutilizzabile e per la sua messa in opera sono stati previsti degli accorgimenti come la riduzione dei carichi di competenza. Durante lo smontaggio si verificherà se vi saranno ulteriori elementi in legno recuperabili attualmente non visibili.

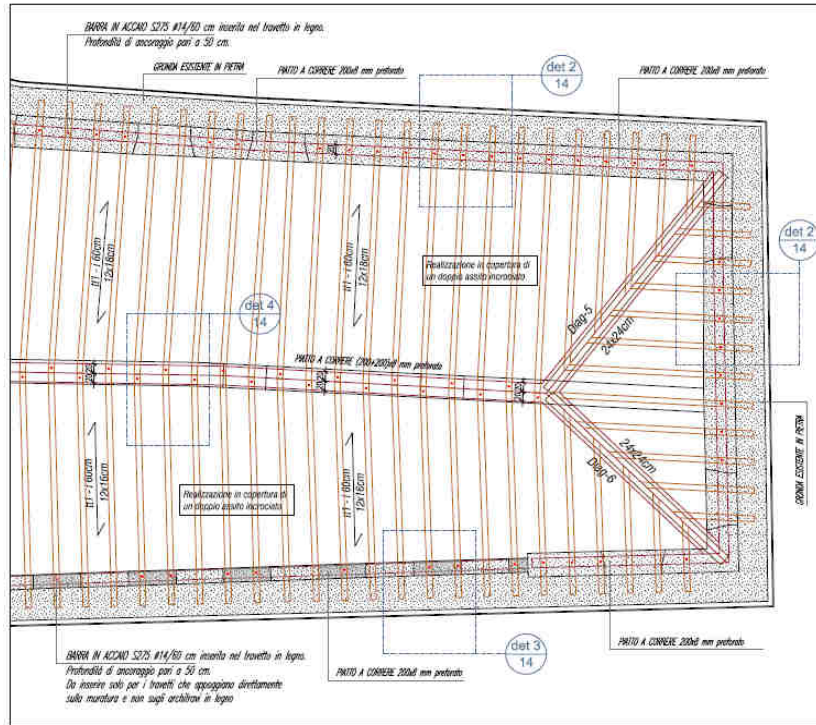


Mappatura orditura in legno della copertura esistente

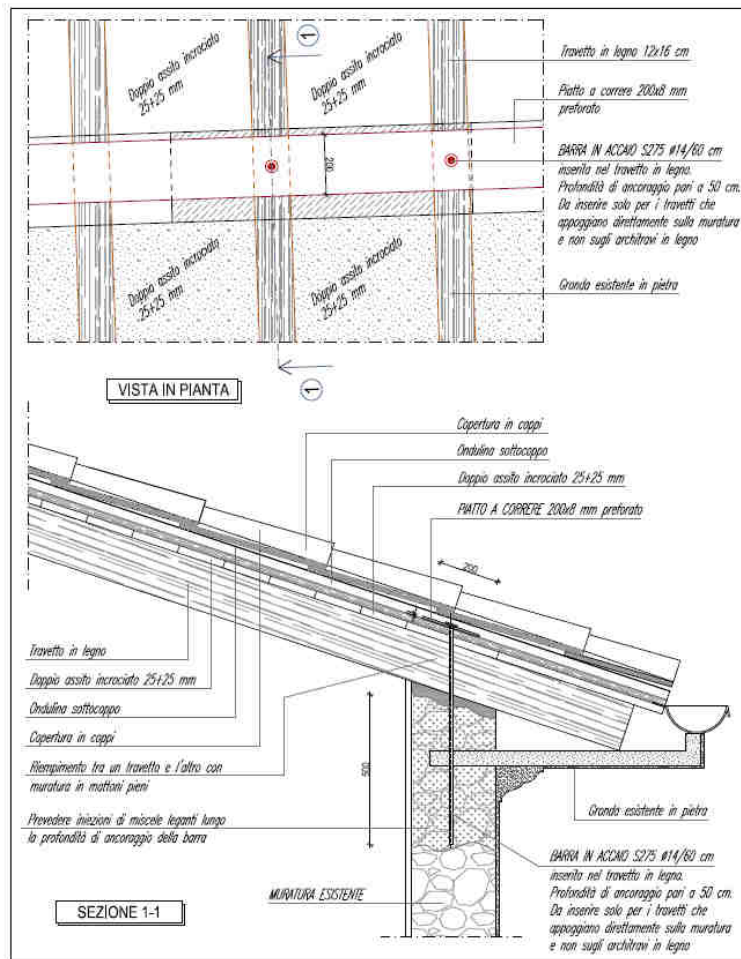
Come previsto nel PSC prima di procedere con le lavorazioni in quota sarà necessario predisporre idoneo ponteggio/parapetto/impalcati che garantiscano agli addetti di poter operare in sicurezza.

Dopo la rimozione del manto di copertura, propedeuticamente al suo rimontaggio, dovrà essere regolarizzata e rinforzata la porzione di muratura sommitale che andrà a contatto con la copertura. Gli interventi previsti in tale posizione sono per ordine: la regolarizzazione della muratura tramite smontaggio e successivo rimontaggio limitato e controllato, iniezioni con malta di calce e inerti fini e realizzazione di strato di allettamento in malta di calce con inserita rete in fibra.

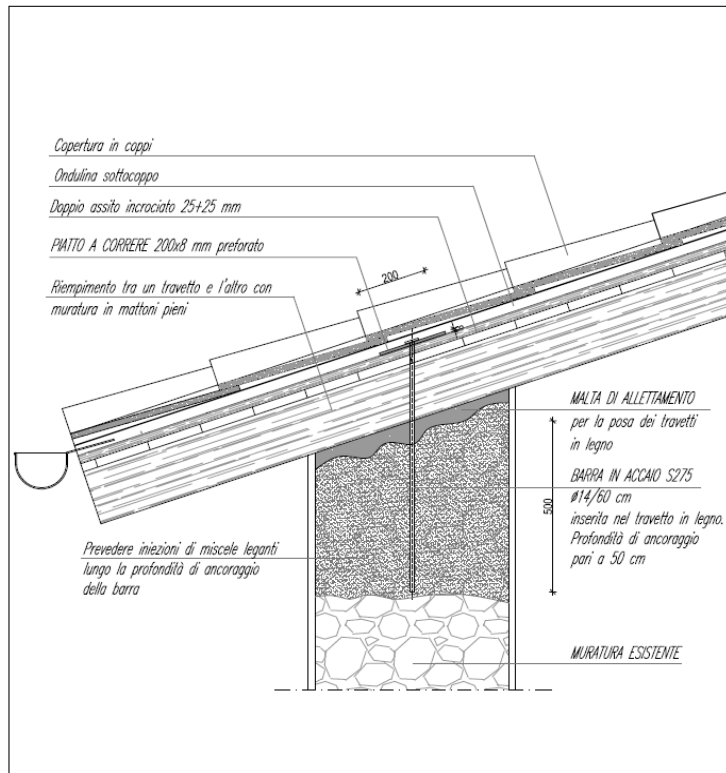
Successivamente verrà posata l'orditura in legno della copertura compreso il doppio assito incrociato con funzione di piano membranale di falda. Al di sopra del secondo assito, in corrispondenza delle murature portanti, è prevista la posa di un piatto metallico a correre e dei perni passanti che collegano la copertura alle murature sottostanti.



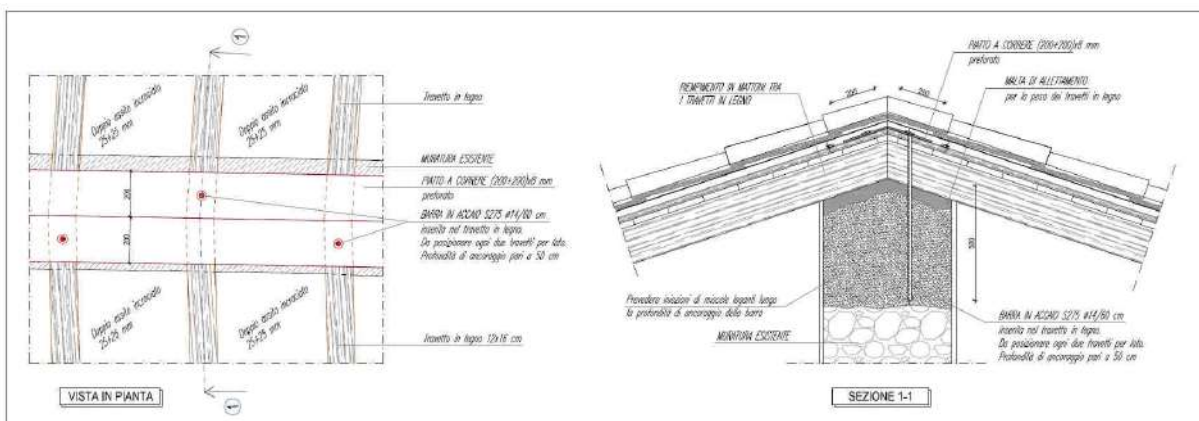
Particolare interventi sulla copertura in legno



Particolare collegamento dei travetti in legno alla muratura esistente



Particolare collegamento dei travetti in legno alla muratura esistente



Particolare collegamento del colmo alla muratura esistente

Tutti gli elementi in acciaio dovranno essere trattati contro il degrado attraverso la tecnica della zincatura a caldo.

Le perforazioni della muratura dovranno avvenire tramite idonei trapani con funzionamento a sola rotazione onde evitare di perturbare eccessivamente la muratura.

Al di sopra della parte strutturale verrà posata una ondulina presagomata per l'alloggiamento del manto di copertura, previsto in coppi nuovi per il primo strato inferiore, mentre per quella superiore a vista verranno riutilizzati i coppi precedentemente smontati.

4.7 Manutenzione impianto elettrico e meccanico

Laddove vi siano interferenze tra i lavori di miglioramento sismico e gli impianti tecnologici sono state previste le necessarie opere di manutenzione necessarie per smontare e ripristinare i componenti. Per maggiori informazioni si rimanda alle relazioni e tavole specialistiche impianti elettrici e meccanici.

4.8 Interventi di restauro e risanamento delle facciate

Gli interventi di miglioramento sismico previsti comportano diverse opere che interessano le facciate dell'edificio e per tale motivo si rende necessario un risanamento delle stesse.

Durante le opere effettuate negli anni '60 sui prospetti sud ed ovest è stato applicato un rivestimento plastico che ha purtroppo ulteriormente degradato l'intonaco di calce sottostante, mentre sui restanti prospetti è presente il vecchio intonaco a base calce ancora in buono stato di conservazione.



Prospetto sud



Prospetto ovest



Prospetto est



Prospetto nord

Le operazioni previste a livello degli intonaci esterni saranno limitate ad integrazioni localizzate delle lacune dell'intonaco, con intonaco compatibile con quelli esistenti.

Si prevedono in specifico:

- preliminare rimozione localizzata di eventuali parti di intonaco in fase di distacco o eccessivamente compromesse;
- pulitura delle superfici da depositi incoerenti con uso di spazzole e/o aspiratori;
- rimozione delle patine biologiche formatesi mediante pulitura e trattamento di disinfezione;
- integrazione localizzata delle lacune con intonaco a base di calce e sabbietta vagliata, additivata con resina;
- rasatura completa dei fronti ovest e sud.

A finitura degli interventi locali di integrazione si prevede un riaccordo cromatico delle superfici mediante tinteggio a base di calce nei toni esistenti.

Non sono previsti interventi che ricomprendano altri elementi di facciata, tipo cornici o altri elementi in pietra, che saranno rimandati ad una fase successiva di interventi.

4.9 Posa delle nuove pavimentazioni al piano primo e terra

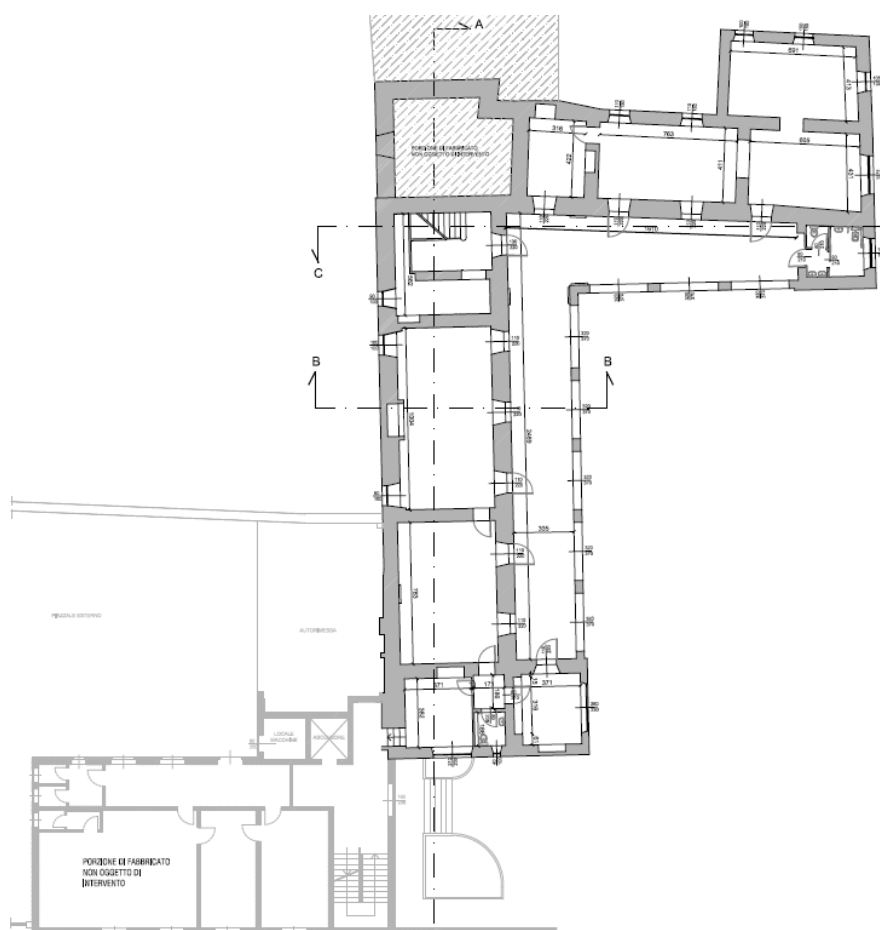
Al piano primo, al di sopra dei nuovi assiti in legno è prevista la posa di un nuovo sottofondo e di una nuova pavimentazione in piastrelle di ceramica. Sempre al piano primo e al piano terra nell'ala est è prevista la nuova pavimentazione in sovrapposizione all'esistente. Le piastrelle che andranno posate dovranno essere preventivamente concordate con la D.L. Non si prevede il recupero delle pavimentazioni esistenti in quanto sono state realizzate ex-novo in occasione degli interventi di ristrutturazione degli anni '60.



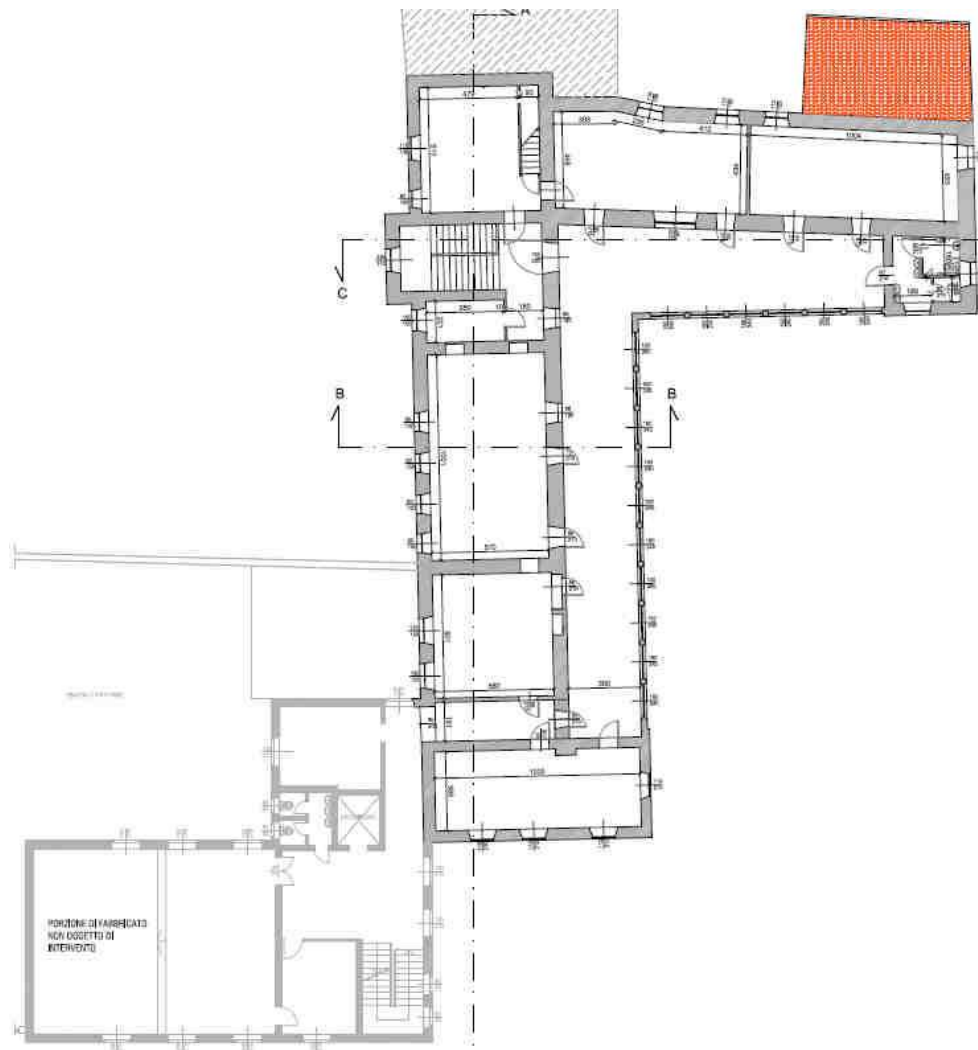
Pavimentazione presente al piano primo

4.10 Realizzazione delle nuove murature divisorie interne e nuovi servizi igienici

Per una migliore distribuzione degli spazi interni, i tramezzi del piano primo smontati per poter realizzare gli interventi strutturali, verranno ricostruiti in nuove posizioni meglio indicate nelle planimetrie di progetto. Analogo discorso vale per i servizi igienici che verranno in parte smantellati perché interferenti con gli interventi di miglioramento sismico e realizzati in altra zona del municipio meglio dislocata per tale scopo.



Progetto pianta piano terra



Progetto pianta piano primo

I servizi igienici sono stati progettati nel rispetto delle normative igienico sanitarie garantendo ai due piani un wc per disabili.

4.11 Verifica dei soffitti ed eventuali ripristini

Al termine degli interventi di consolidamento delle partizioni orizzontali verranno verificati i soffitti esistenti in incannucciato e arelle intonacate presenti al di sotto dei solai in legno. Eventuali zone che dovessero risultare non perfettamente connesse con il supporto verranno riparate o sostituite.



Soffitto in arelle intonacate portico piano terra



Soffitto in arelle intonacate decorato zona ex poste

4.12 Rimozione e posa delle porte interne e dei serramenti

Viste le estese lavorazioni in progetto che prevedono opere interferenti sia con le porte interne che con i serramenti, si prevede anche la loro sostituzione.

Gli attuali elementi di chiusura trasparenti sono in legno e risultano altamente deteriorati, molti dei quali non possono essere chiusi correttamente in quanto troppo danneggiati.



Finestre esistenti

Per questo motivo e per il fatto che sono stati sostituiti ex-novo nella ristrutturazione degli anni '60, se ne è prevista l'integrale sostituzione con serramenti sempre in legno completi di vetrocamera basso emissiva, vetro di tipo stratificato antisfondamento, per finestre e porte finestre, a norma con D.M. 28.12.2012 e s.m.i. (conto termico). - relativa al rendimento energetico degli edifici - ZONA E: infissi+vetri $U(W/mqK)1.3$ e comunque dovranno rispettare in materia di prestazione energetica, i requisiti minimi stabiliti dal D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.. I vetri dei serramenti esposti da est a ovest passando per sud devono avere un fattore di trasmissione solare g_{gl+sh} inferiore a 0,35. In ottemperanza alla legge del 26.10.95 n. 447 - D.C.P.M. 5.12.1997. Cerniere e congegni di movimento e chiusura con maniglia a martellina od a leva; compreso falsotelaio, piana, spalle laterali e tutto quanto necessario per dare l'opera finita a regola d'arte secondo le

disposizioni del Direttore Lavori; il tutto in opera, compresa l'assistenza muraria alla posa in opera.

Devono essere prodotte le documentazioni che certificano la rispondenza alle seguenti norme: Marcatura CE in conformità alla direttiva CEE 89/106; classe 4 di permeabilità all'aria secondo UNI EN 1026 - UNI EN 12207; classe 9A di tenuta all'acqua secondo UNI EN 1027 - UNI EN 12208; classe C5 di resistenza al carico del vento secondo UNI EN 12211 - UNI EN 12210; potere fonoisolante minimo di 34 dB (ISO 717); prestazione energetica secondo D.g.R. n. 3868/2015 e s.m.i.. Compreso ogni onere per dare l'opera finita a regola d'arte secondo le disposizione del D.L.

La vetrata in ferro di chiusura del loggiato al piano primo presente sui fronti sud e ovest non è oggetto del presente intervento, ma è solamente prevista l'applicazione di una pellicola di sicurezza anti esplosione sui vetri che risultano essere a singolo strato.



Vetrata nel loggiato al piano primo

Gli elementi di ombreggiamento in legno presenti nella parte superiore della vetrata del loggiato verranno rimossi in quanto applicati in tempi recenti per migliorare l'irraggiamento solare interno ma con scarsi risultati e per il fatto che risultano essere altamente deteriorati. Inoltre in termini architettonici sulla facciata risulteranno meglio visibili gli archi del loggiato.



Prospetti ovest e sud dove si possono osservare i frangisole in legno che verranno smontati

E' prevista la sostituzione anche delle porte interne in legno con nuove dello stesso materiale.



Porte interne esistenti

4.13 Superfici interne

Come per le superfici esterne anche gli interventi sulle superfici interne non saranno oggetto di interventi estesi e completi di restauro.

Le operazioni previste a livello degli intonaci interni saranno limitate ad integrazioni localizzate delle lacune dell'intonaco e delle finiture, con intonaco compatibile con quelli esistenti.

Si prevedono in specifico:

- preliminare rimozione localizzata di eventuali parti di intonaco in fase di distacco o eccessivamente compromesse;
- pulitura delle superfici da depositi incoerenti con uso di spazzole e/o aspiratori;
- rimozione delle patine biologiche formatesi in corrispondenza degli ingressi d'acqua mediante pulitura e trattamento di disinfezione;
- integrazione localizzata delle lacune con intonaco a base di calce e sabbietta vagliata, additivata con resina;
- ricostruzione locale di spigoli;
- rasatura

A finitura degli interventi locali di integrazione si prevede un riaccordo cromatico delle superfici mediante tinteggio a base di calce nei toni esistenti.

In questa fase non sono previsti interventi nei soffitti decorati come ad esempio quelli voltati e quelli presenti nelle ex poste al piano terreno.



Soffitti decorati delle volte a piano terra non oggetto d'intervento



Soffitti decorati presenti nell'ala est a piano terreno non oggetto d'intervento

5. CONCLUSIONI

Grazie agli interventi strutturali previsti in progetto verrà garantito un miglior comportamento della struttura sottoposta all'azione sismica, riducendone la vulnerabilità fino ad ottenere un miglioramento sismico con un aumento della capacità resistente superiore al 20% di quella corrispondente all'adeguamento sismico.

Di seguito si riportano le tabelle dimostranti l'incremento di di capacità resistente nei vari stati di esercizio e limite.

ANALISI LOCALE MEDIANTE MODELLAZIONE DINAMICA MODALE

Vengono di seguito riportati i valori degli indicatori di rischio sismico riferiti ai più sfavorevoli meccanismi di rottura dei singoli maschi murari, ottenuti tramite verifiche a livello locale utilizzando un'analisi dinamica modale in campo elastico lineare con fattore di comportamento q .

- Indicatori sintetici del rischio sismico **I.R.** agli **stati limite di salvaguardia della vita (SLV)**

INDICATORI VULNERABILITA'	
I.R. PGA	I.R. TR
0.116	0.130
ζE: 0.116	

INDICATORI PROGETTO ESECUTIVO	
I.R. PGA	I.R. TR
0.511	0.400
ζE: 0.511	

- Indicatori sintetici del rischio sismico **I.R.** agli **stati limite di operatività (SLO)**

INDICATORI VULNERABILITA'	
I.R. PGA	I.R. TR
0.079	0.140
ζE: 0.079	

INDICATORI PROGETTO ESECUTIVO	
I.R. PGA	I.R. TR
1.455	1.444
ζE: 1.455	

ANALISI GLOBALE MEDIANTE MODELLAZIONE PUSHOVER

Nella verifica a livello globale del fabbricato attraverso un'analisi statica non lineare, la capacità in spostamento relativa ai diversi stati limite è valutata, sulla curva taglio di base-spostamento, nei modi appresso indicati:

SLC: lo spostamento ultimo a SLC è quello corrispondente ad un taglio di base residuo pari all'80% del massimo;

SLV: lo spostamento ultimo a SLV è pari a 3/4 dello spostamento a SLC;

SLO: lo spostamento corrispondente è pari a 2/3 di quello allo SLD.

- Indicatori sintetici del rischio sismico **I.R.** agli **stati limite di collasso (SLC)**

INDICATORI VULNERABILITA'	
I.R. PGA	I.R. TR
0.444	0.328

INDICATORI PROGETTO ESECUTIVO	
I.R. PGA	I.R. TR
1.000	1.000

- Indicatori sintetici del rischio sismico **I.R.** agli **stati limite di salvaguardia della vita (SLV)**

INDICATORI VULNERABILITA'	
I.R. PGA	I.R. TR
0.377	0.302

INDICATORI PROGETTO ESECUTIVO	
I.R. PGA	I.R. TR
1.046	1.115

- Indicatori sintetici del rischio sismico **I.R.** agli **stati limite di operatività (SLO)**

INDICATORI VULNERABILITA'	
I.R. PGA	I.R. TR
0.130	0.329

INDICATORI PROGETTO ESECUTIVO	
I.R. PGA	I.R. TR
1.150	1.139

Considerato che per intervenire sulle strutture portanti è necessario rimuovere e smontare altre sottostrutture, il progetto prevede anche il rifacimento di alcune pavimentazioni, della copertura, dei serramenti, degli intonaci e di altri elementi architettonici. Al termine dei lavori verrà restituito alla popolazione di Villongo un Palazzo Municipale più sicuro e riqualificato.