

ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 1

Tipologia: FONDAZIONI E TERRENO

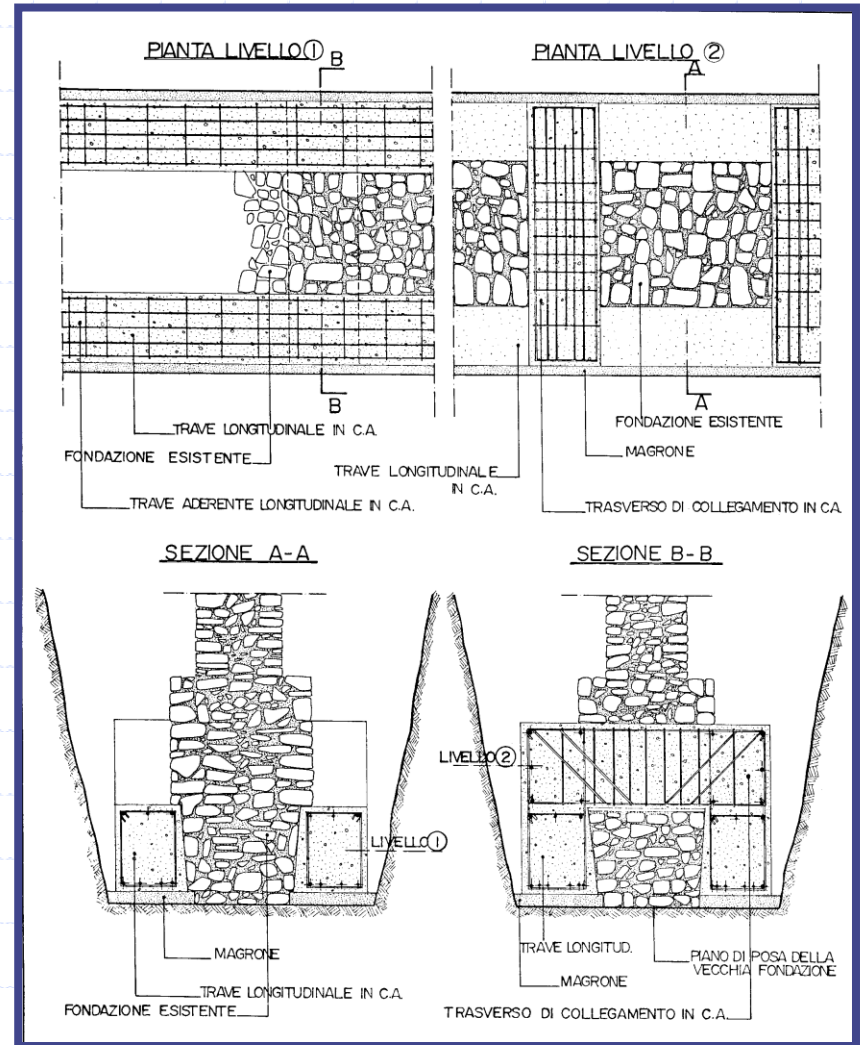
Problematica: cedimento incompatibile con i livelli di servizio previsti per la struttura in elevazione; sottodimensionamento del sistema di fondazione in rapporto ai carichi agenti.

Cause: Aumento dei carichi per variazione d'uso del fabbricato o per sopraelevazione del fabbricato.

Intervento: Travi cordolo in c.a. collegate tra loro mediante traversi in c.a. da eseguire su muratura continua.

Fasi lavorative:

- 1) esecuzione dello scavo adeguatamente protetto in rapporto alla profondità del fronte ed alle caratteristiche geotecniche del terreno;
- 2) getto di spianamento per alloggiamento delle armature (magrone);
- 3) creazione dei varchi nella muratura e disposizione in opera delle armature di collegamento e delle travi-cordolo in c.a.;
- 4) predisposizione dei casseri ed esecuzione del getto.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 2

Tipologia: FONDAZIONI E TERRENO

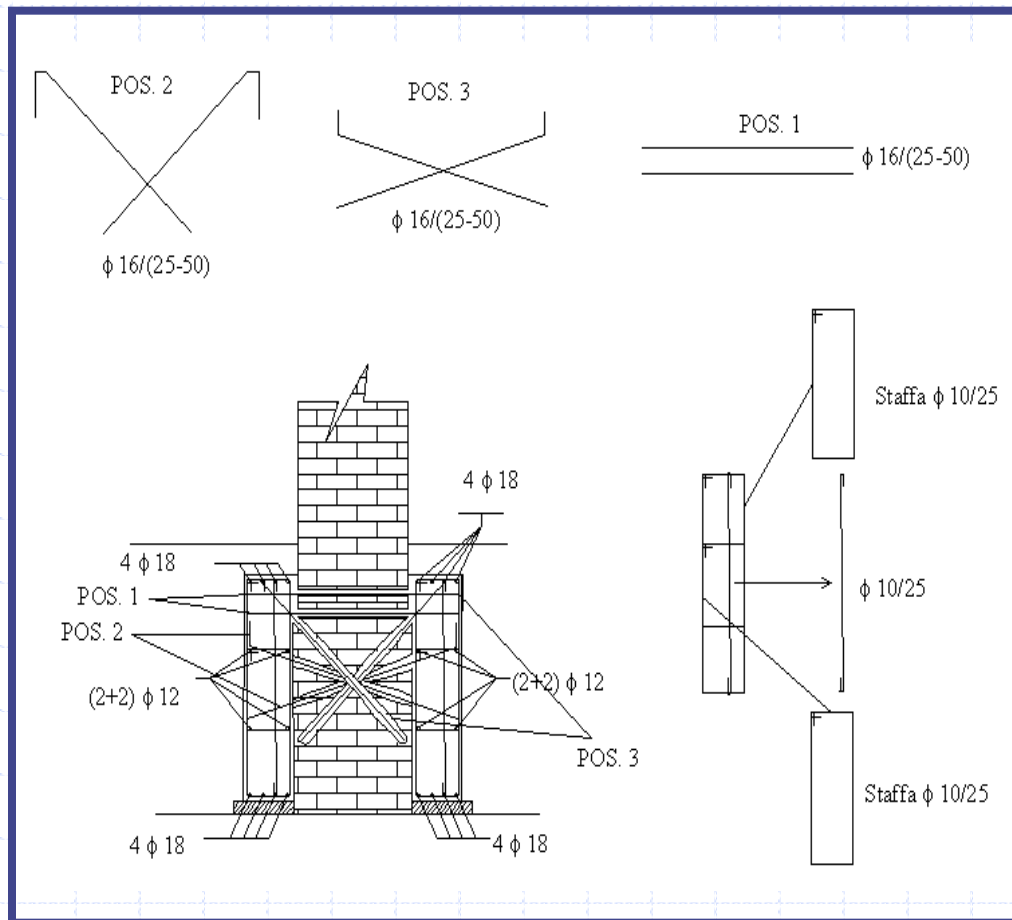
Problematica: cedimento incompatibile con i livelli di servizio previsti per la struttura in elevazione; sottodimensionamento del sistema di fondazione in rapporto ai carichi agenti.

Cause: Aumento dei carichi per variazione d'uso del fabbricato o per sopraelevazione del fabbricato.

Intervento: Travi cordolo in c.a. collegate tra loro mediante perfori armati da eseguire su muratura continua.

Fasi lavorative:

- 1) esecuzione dello scavo adeguatamente protetto in rapporto alla profondità del fronte ed alle caratteristiche geotecniche del terreno;
- 2) getto di spianamento per alloggiamento delle armature (magrone);
- 3) perforazione a rotazione della muratura e disposizione in opera delle armature passanti di collegamento;
- 4) getto della malta per otturazione dei perfori armati;
- 5) predisposizione delle armature longitudinali e trasversali dei cordoli;
- 6) disposizione dei casseri ed esecuzione del getto.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 3

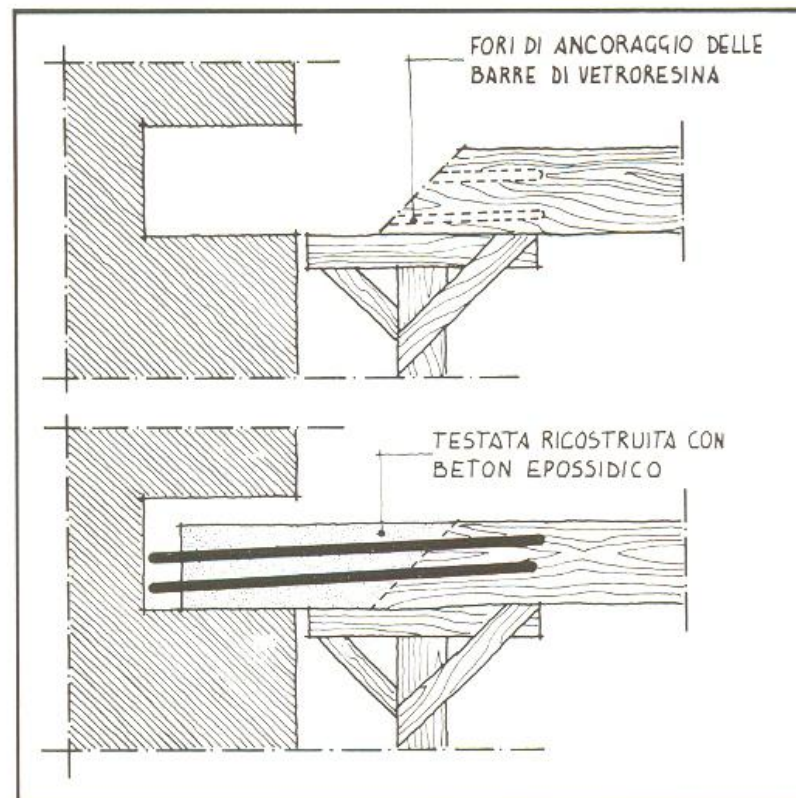
Tipologia: SOLAIO IN LEGNO

Cause: Mancanza di protezione dell'interfaccia muratura legno in corrispondenza dell'incasso necessario per l'appoggio delle travi con aggressione di muffe, umidità e agenti chimici.

Intervento: Rigenerazione dell'elemento strutturale mediante l'uso di resine epossidiche e barre in vetroresina.

Fasi lavorative:

- 1) puntellamento della trave e del campo di solaio interessato;
- 2) demolizione parziale del pavimento e del sottofondo, rimozione parziale dell'impalcato e dell'armatura secondaria;
- 3) asportazione della porzione di trave degradata;
- 4) esecuzione dei fori di ancoraggio per l'inserimento di barre in vetroresina;
- 5) costituzione di cassaforma e getto di beton epossidico;
- 6) rimozione cassaforma;
- 7) ricostruzione muratura e pacchetto di solaio;
- 8) disattivazione dei puntelli;
- 9) esecuzione finiture.



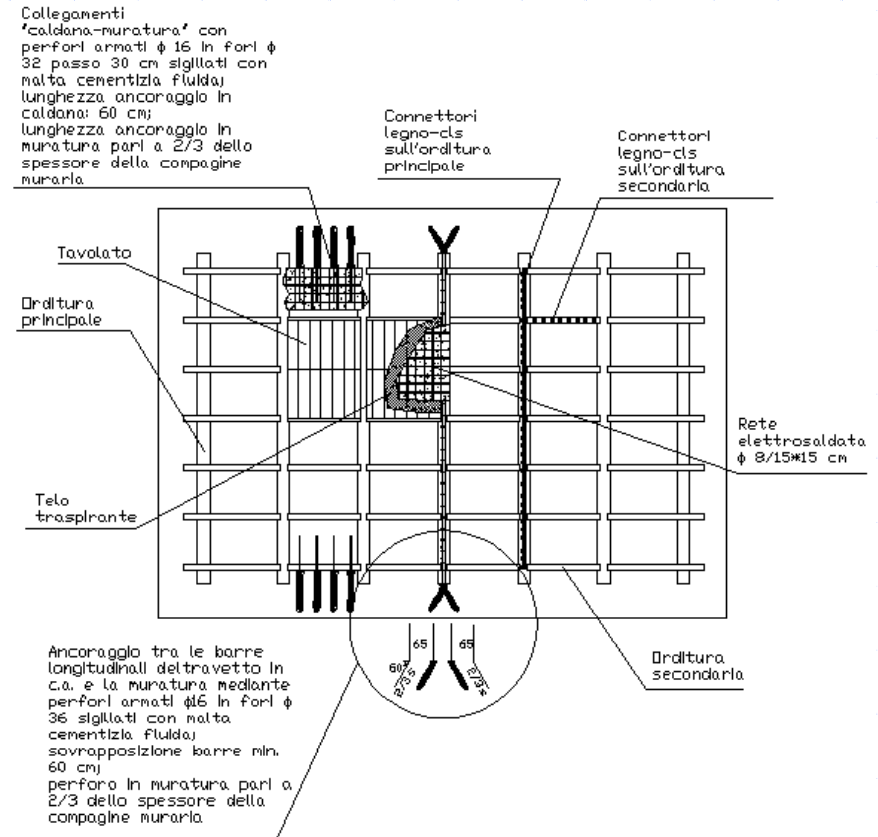
ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 4

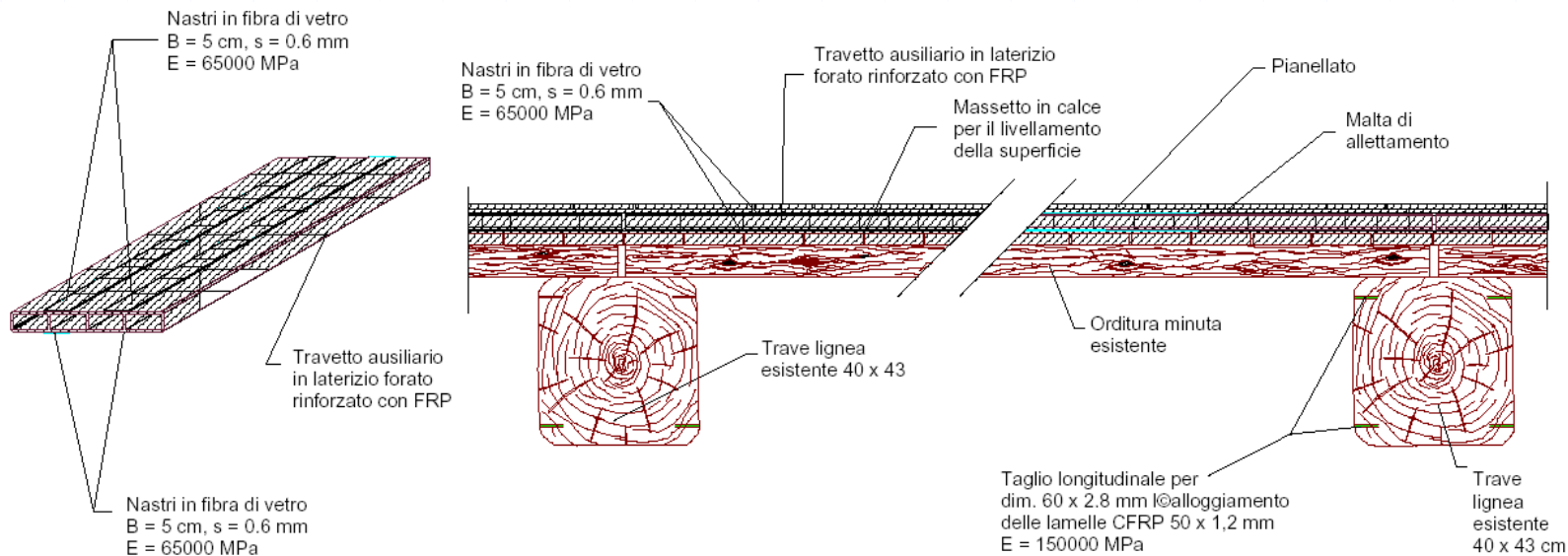
Tipologia: SOLAIO IN LEGNO

Problematica: Scarsa rigidezza del solaio nel piano con ridotte capacità di ripartizione delle azioni sismiche, ridotta sezione resistente in rapporto ai carichi agenti, rischio di punzonamento e di sfilamento dell'orditura principale

Cause: Deformabilità intrinseca del legno, sezione resistente insufficiente in rapporto ai carichi applicati, vincolo legno-muratura di tipo puramente attritivo.

Intervento: Realizzazione di un solaio di tipo misto legno calcestruzzo solidarizzato mediante connettori a piolo in acciaio in grado di collegare, alla struttura portante in legno, una caldana estradossata (spes. min. 5 cm) con rete elettrosaldata. Creazione di travetti in c.a., disposti tra orditura lignea principale e secondaria vincolati puntualmente alla muratura con perfori armati di collegamento. Il collegamento caldana – muratura mediante perfori armati con ferri di collegamento. Il collegamento caldana – muratura e travetti – muratura garantisce irrigidimento e capacità di ripartizione al solaio misto; il collegamento caldana – orditura lignea, garantito dai connettori a piolo, impedisce lo svilupparsi di cinematismi di scorrimento delle travi lignee impedendo di fatto il punzonamento e lo sfilamento.





Particolari del consolidamento del solaio ligneo

ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 5

Tipologia: MURATURE

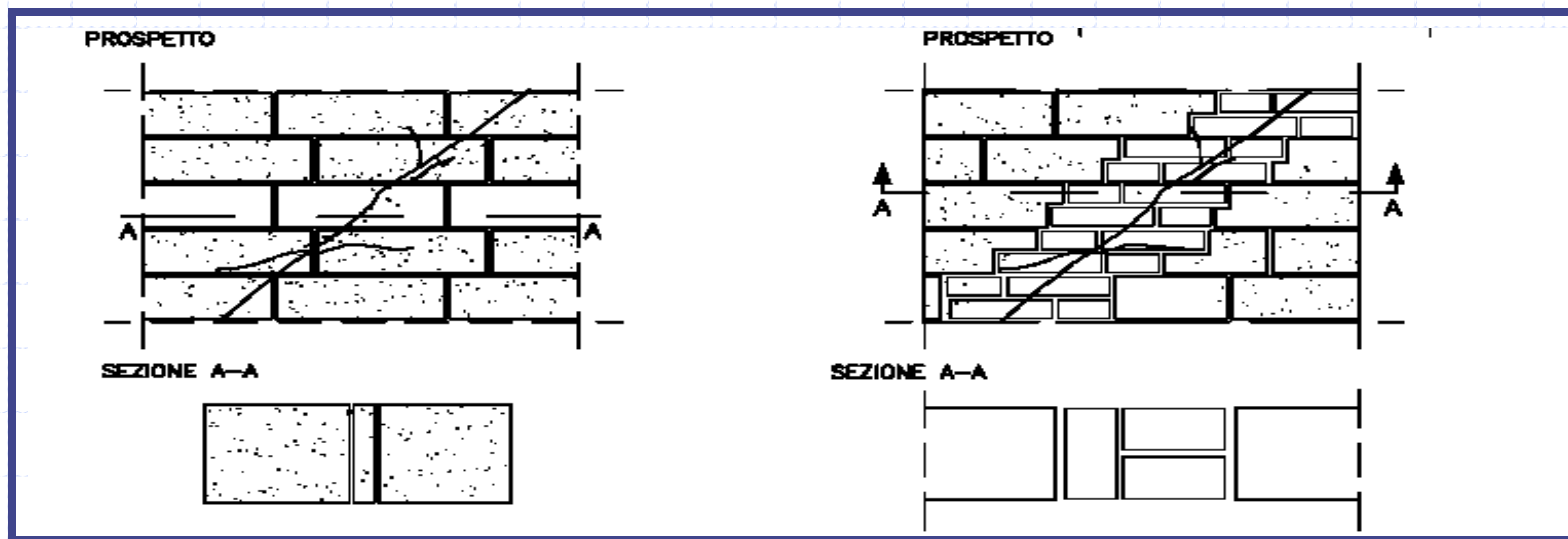
Problematica: Compagine muraria affetta da lesione singola passante.

Cause: Dissesti statici legati a stati di sollecitazione che la muratura non è in grado di sopportare. Tali sollecitazioni vanno analizzate alla luce della geometria dell'edificio, dei carichi attuali e pregressi e del livello di degrado della compagine muraria (blocchi lapidei + malta di collegamento)

Intervento: Tecnica di ripristino mediante “cuci e scuci”.

Fasi lavorative:

- 1) asportazione degli elementi lesionati e di alcuni adiacenti per creare un vano atto a ricevere i nuovi elementi murari;
- 2) inserimento di elementi in pietrame previa pulizia e lavaggio del vano ponendo particolare cura nella realizzazione degli ammorsamenti.

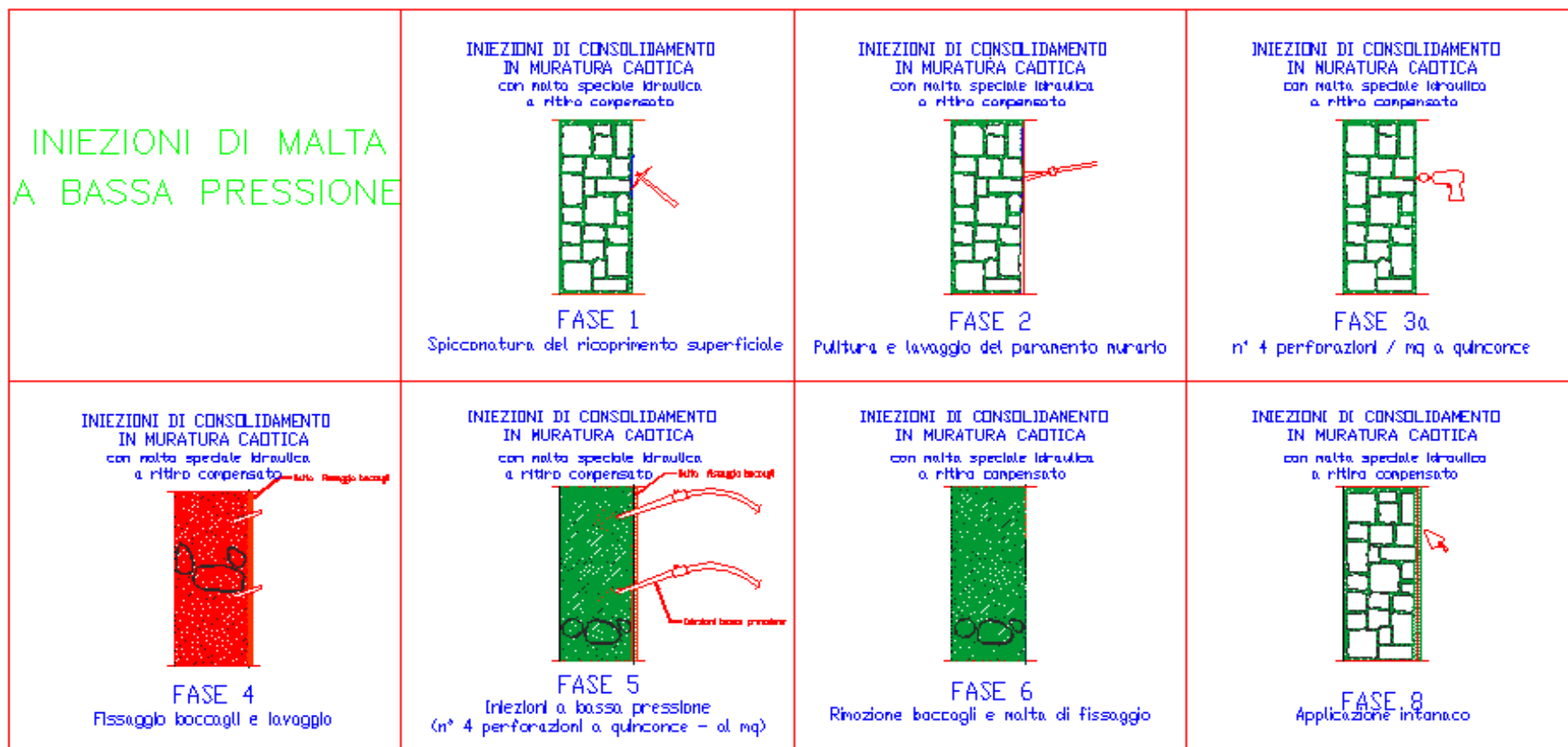


ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 6

Tipologia: MURATURE

Problematica: Scarse caratteristiche meccaniche, quadro fessurativo localizzato

Cause: Dissesti statici legati a stati di sollecitazione che la muratura non è in grado di sopportare. Tali sollecitazioni vanno analizzate alla luce della geometria dell'edificio, dei carichi attuali e pregressi, del livello di degrado della compagine muraria (blocchi lapidei + malta di collegamento) e della tipologia muraria (muratura a sacco, mattoni degradati per umidità ecc.)



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 7

Tipologia: MURATURE

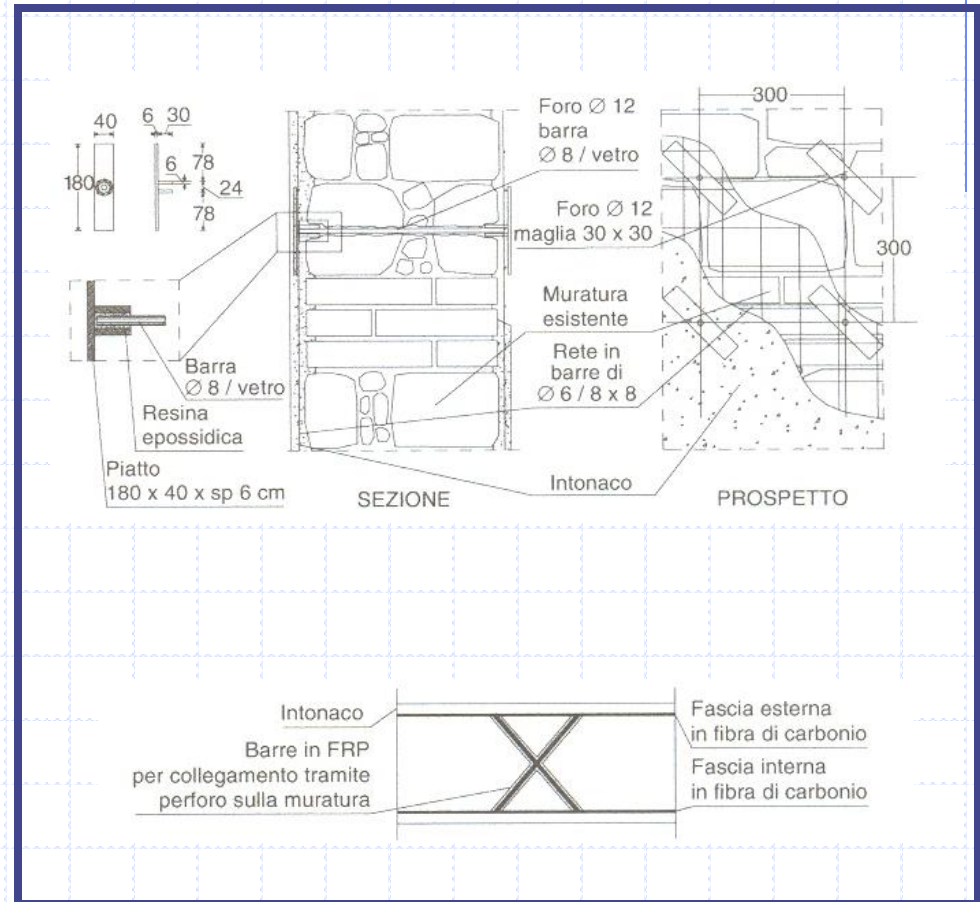
Problematica: Scarse caratteristiche meccaniche della muratura, quadro fessurativo localizzato.

Cause: Muratura a sacco, muratura in pietrame informe non ingranato o murature a due paramenti con riempimento a sacco.

Intervento: Tecnica di ripristino mediante cuciture armate in FRP (fibra di aramide o vetro) o lastre di betoncino armato con CFRP (fibre di carbonio) collegate mediante barre in FRP (fibra di aramide o vetro).

Fasi lavorative:

- 1) pulizia della parete e realizzazione dei perfori a rotazione con alloggiamento delle barre in FRP e getto di malta per l'otturazione dei perfori;
- 2) preparazione del sottofondo mediante la rimozione delle parti incoerenti, della polvere e delle sostanze oleose e grasse ed umidificazione del supporto;
- 3) stesura a frattazzo metallico di uno strato di 3 mm di malta idraulica pozzolanica per livellamento del piano d'appoggio della rete in CFRP;
- 4) disposizione della rete in CFRP e collegamento delle piastre di appoggio delle barre in FRP;
- 5) stesura del secondo strato di malta idraulica pozzolanica;
- 6) stesura dello strato d'intonaco di rifinitura.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 8

Tipologia: MURATURE

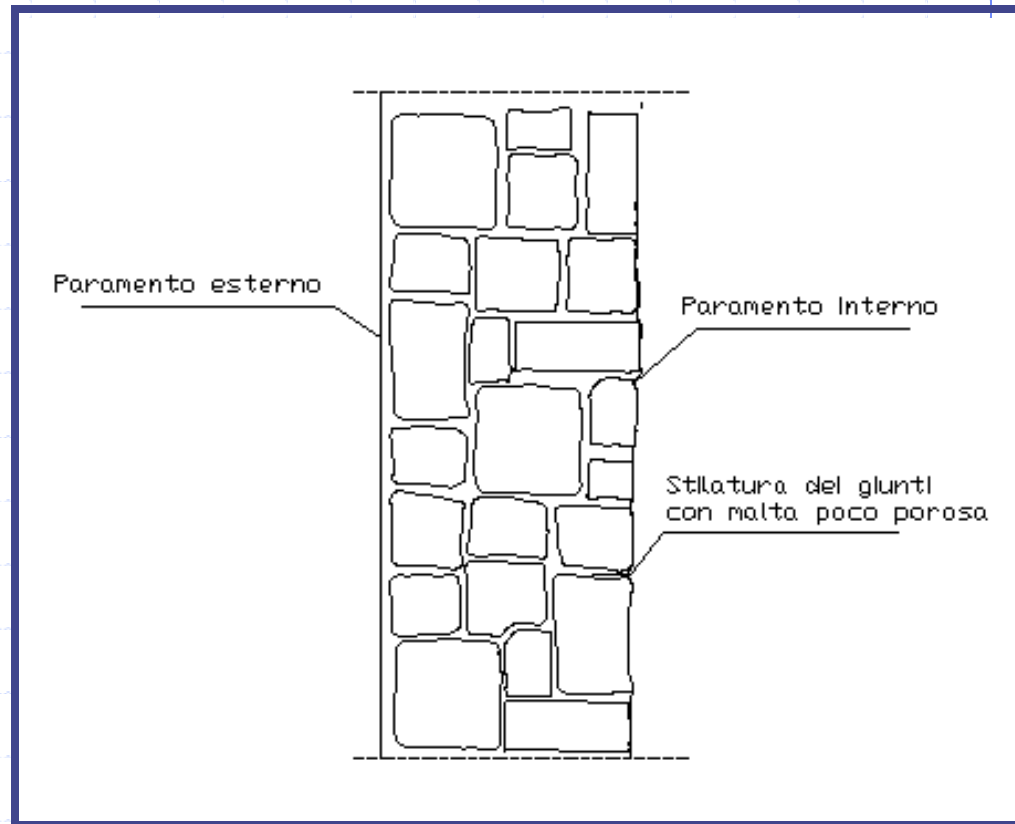
Problematica: Scarse caratteristiche meccaniche della malta superficiale di collegamento in presenza di blocchi lapidei di buona fattura e qualità.

Cause: Muratura in mattoni o blocchi naturali squadrati collegati da giunti di malta degradati per umidità, aggressioni chimiche ed in genere ammalorate per l'azione del tempo.

Intervento: Stilatura profonda dei giunti di malta finalizzata al recupero della sua capacità legante perduta per l'azione del tempo.

Fasi lavorative:

- 1) scarnitura profonda dei giunti di malta adoperando raschietti ed evitando scalpellature e di attrezzature meccaniche in genere;
- 2) lavaggio con acqua preferibilmente spruzzata a pressione;
- 3) stilatura dei giunti con malta non troppo porosa, dovendo questi rimanere a vista.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 9

Tipologia: MURATURE

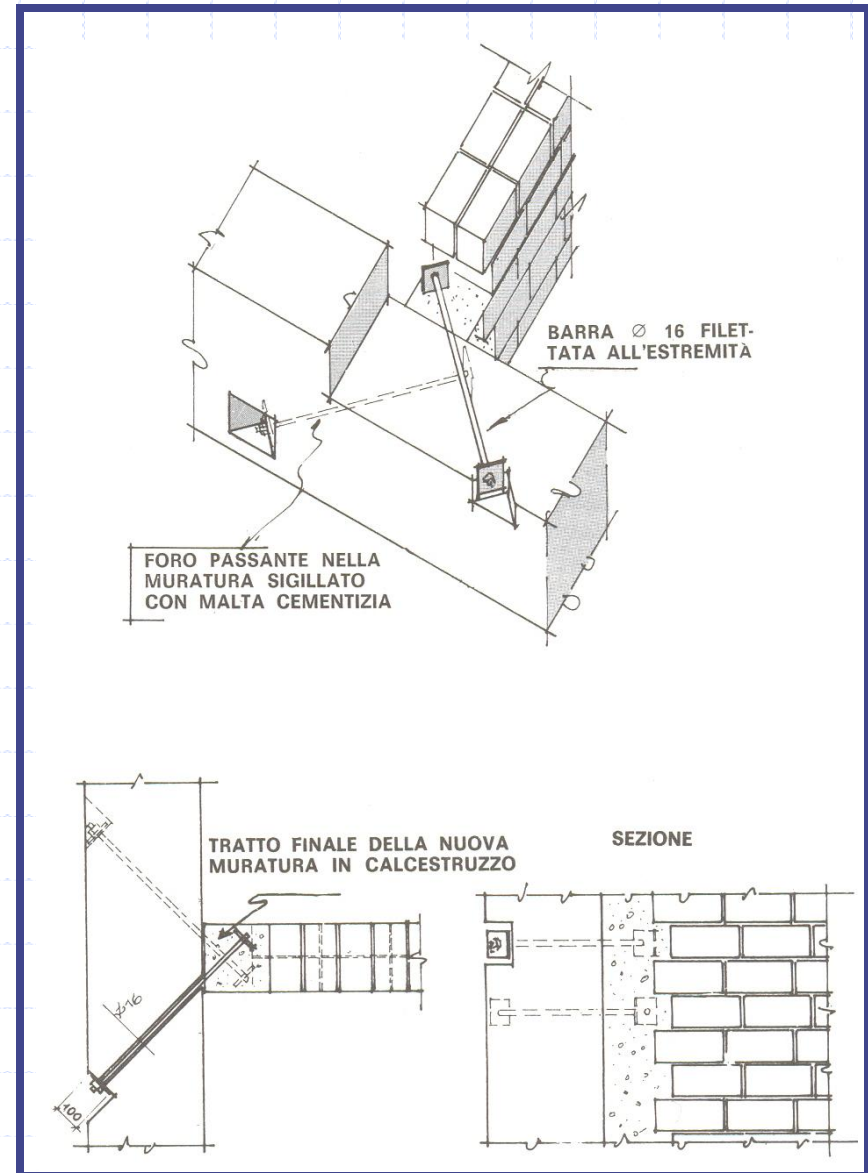
Problematica: Creazione di ammassamento per la ricostruzione di murature portanti o per la creazione di nuovi muri di taglio.

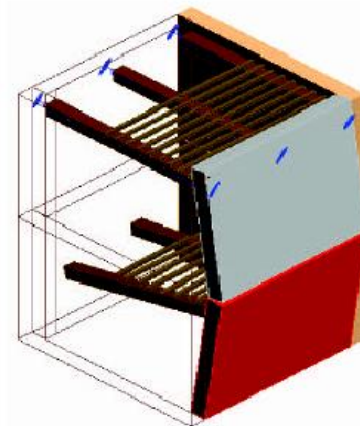
Cause: Ricostruzioni di murature abbattute poiché fortemente dissestate o creazione di elementi resistenti (muri di taglio) aggiuntivi volti a sopperire a carenze strutturali esistenti..

Intervento: Creazione di sistemi di ammassamento ottenuti mediante applicazione di una serie di opportuni ancoraggi metallici.

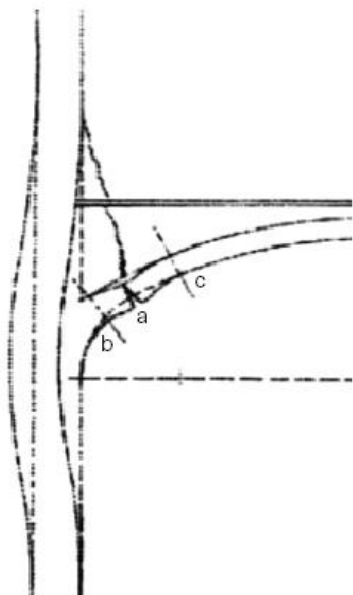
Fasi lavorative:

- 1) realizzazione o ricostruzione della muratura;
- 2) disposizione di una serie di ancoraggi metallici in numero non inferiore a 6 per ogni 3 metri di altezza e posti in opera a coppie con distanza tra gli ancoraggi di ciascuna coppia di 25 centimetri;
- 3) realizzazione del tratto finale della nuova muratura a contatto con la vecchia realizzata in calcestruzzo per evitare rotture durante le sollecitazioni per trazione.

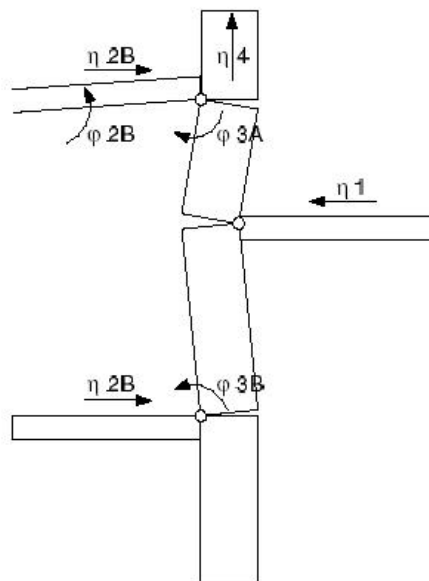




Cinematismo di collasso prodotto da una sollecitazione di flessione su una parete in muratura vincolata a un livello e soggetta all'azione delle forze di inerzia di un orizzontamento (in c.a., nella fotografia). Si noti qui come, da una nastratura verticale in FRP, ci si possa attendere una azione di contrasto del meccanismo di collasso, ma non che riesca a impedire un grado di danneggiamento anche grave, dato che, prima che entrino in funzione le fibre verticali, devono aprirsi fessurazioni di sensibile entità

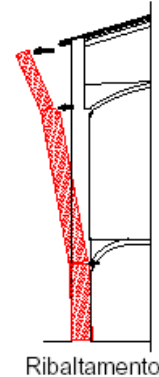
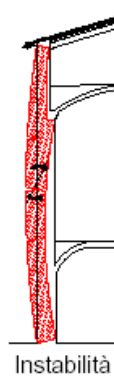


Cinematismo conseguente alla spinta esercitata da una volta

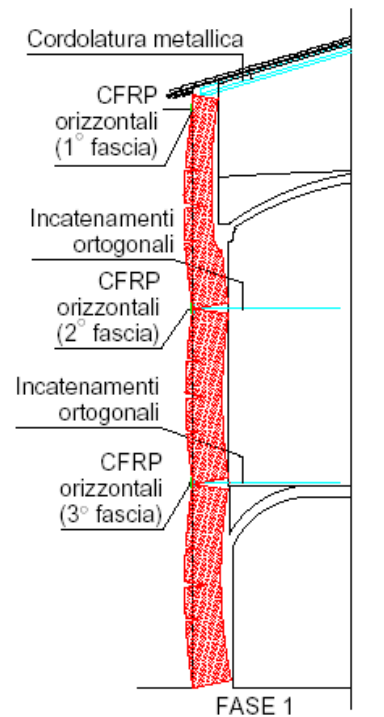


Cinematismo relativo alla azione sismica su solai a diversa quota

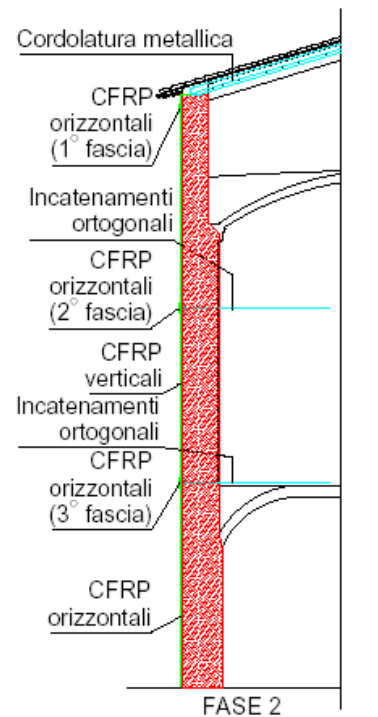
CINEMATISMI POSSIBILI



PRESIDI PROGETTUALI

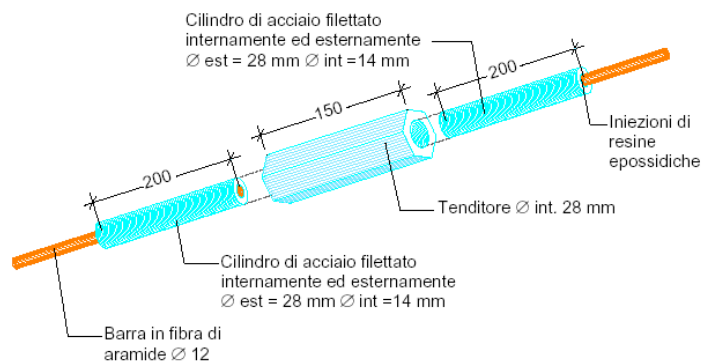


CFRP ORIZZONTALI
E INCATENAMENTI ORTOGONALI

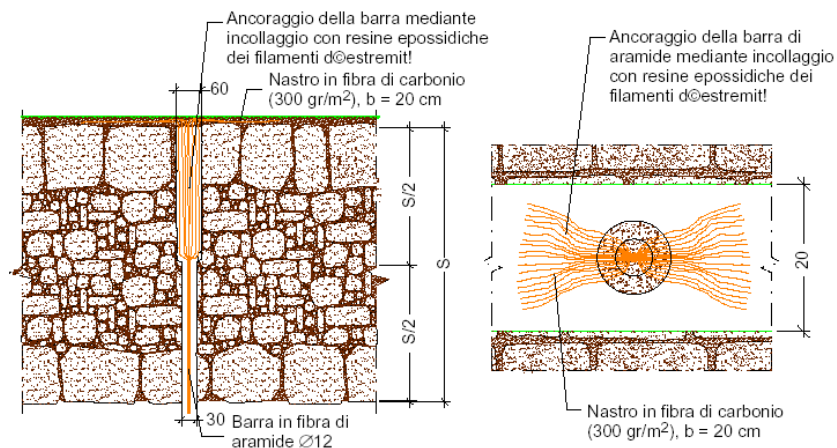


CFRP VERTICALI, ORIZZONTALI
E INCATENAMENTI ORTOGONALI

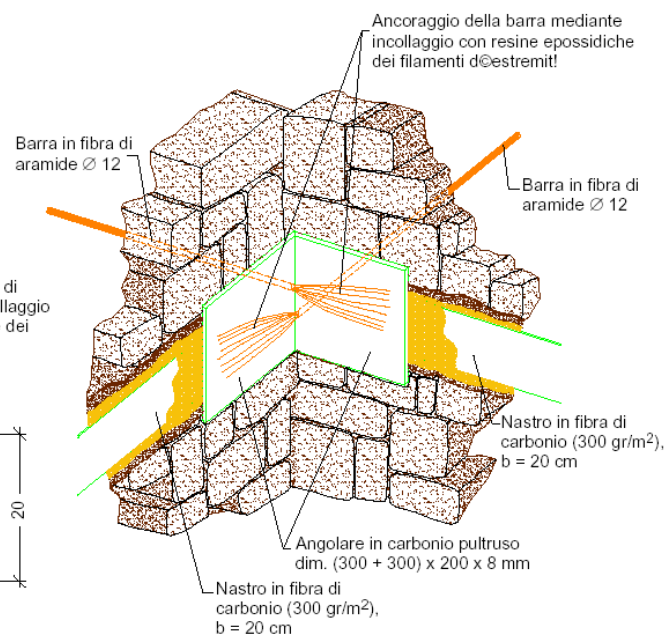
Interventi con gli FRP in facciata



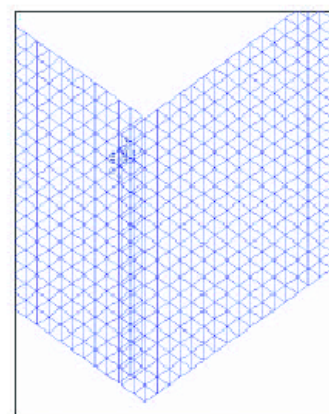
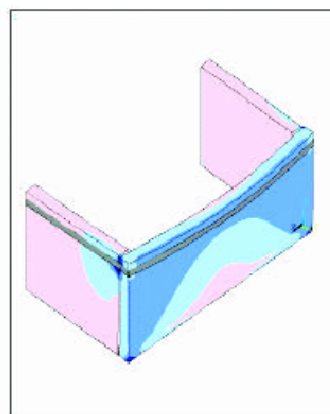
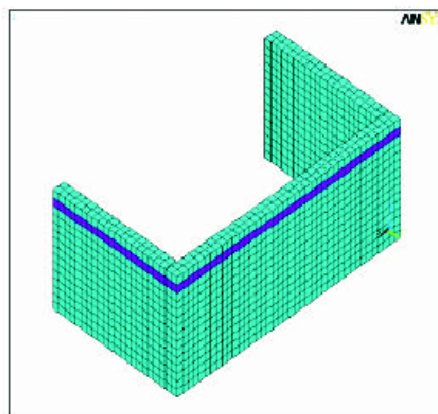
Tenditore per barre in aramide



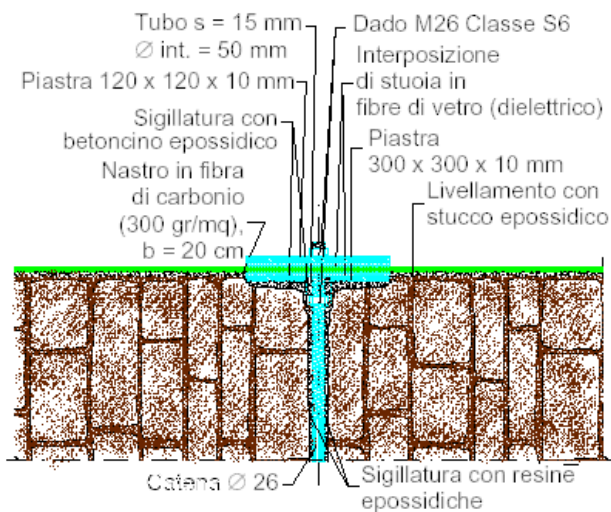
Ancoraggio esterno della barra in aramide



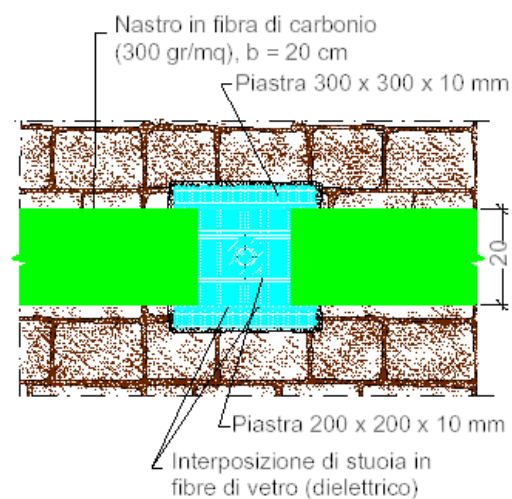
Ancoraggio interno della barra in aramide



Analisi FEM di una cerchiatura con CFRP



Ancoraggio nastro in C.F.R.P. – catena metallica



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 10

Tipologia: ARCHITRAVI

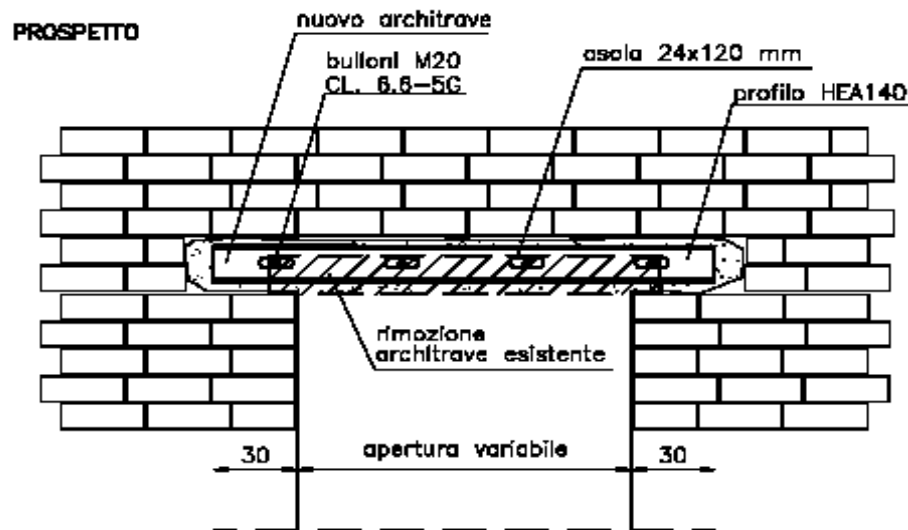
Problematica: Scarsa capacità resistente di architrave fortemente fessurato e non recuperabile.

Cause: Eccessivo carico applicato in rapporto alla capacità resistente dell'architrave.

Intervento: Sostituzione dell'architrave mediante l'utilizzo di doppi profilati d'acciaio HEA imbullonati ed - disposti nella muratura su cuscinetti di alloggiamento in muratura o in calcestruzzo.

Fasi lavorative:

- 1) rimozione dell'architrave esistente;
- 2) pulitura e sistemazione del cuscinetto di appoggio dell'architrave;
- 3) disposizione dei profilati d'acciaio e relativa bullonatura;
- 4) getto della malta di sigillatura.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 11

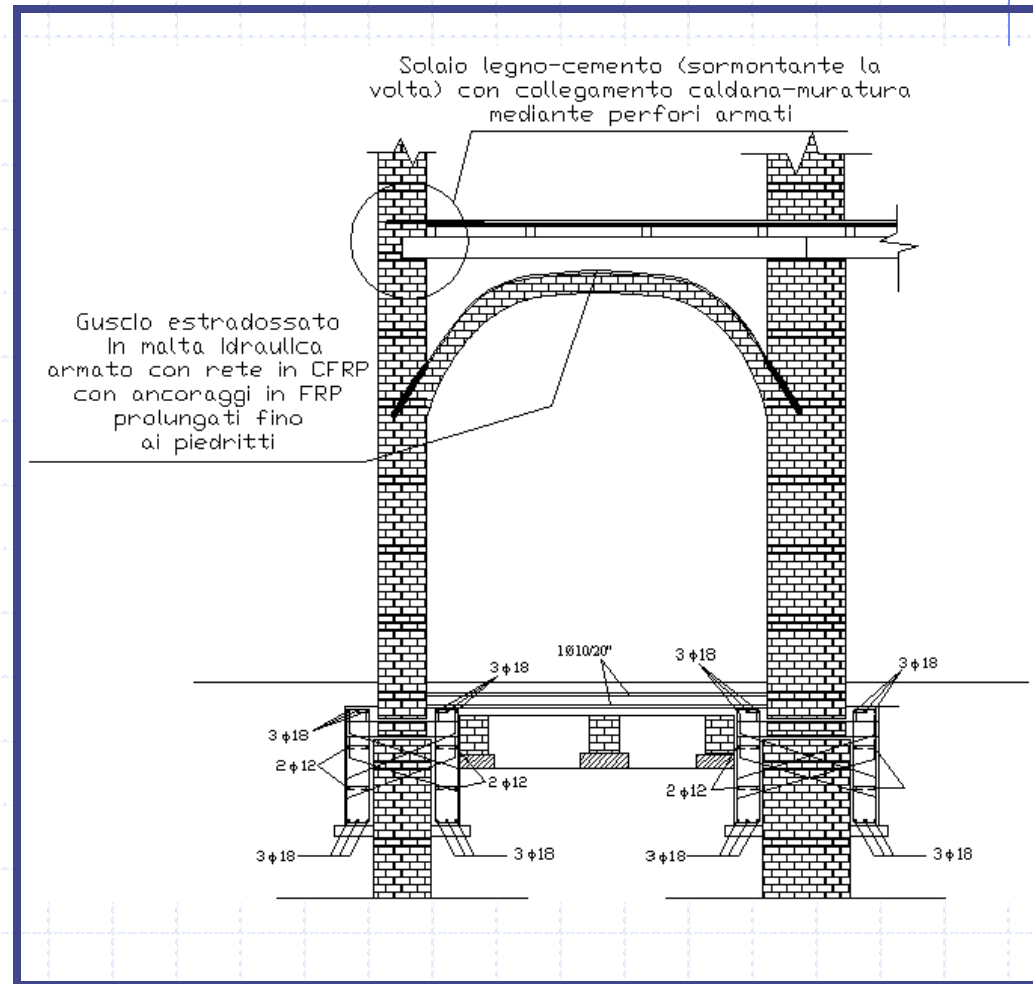
Tipologia: ARCHI E VOLTE

Cause: Carichi agenti elevati e spinte non contrastate adeguatamente.

Intervento: Riduzione dei carichi agenti sull'arco/volta attraverso la realizzazione di un solaio che sormonti l'estradosso dell'arco in modo da scaricarlo dalla funzione portante; il solaio ordito trasversalmente all'arco/volta svolge la funzione di tirante attraverso adeguati collegamenti con le murature a cui riporta il peso proprio ed i carichi portati. L'arco a sua volta, ripulito dal riempimento presente, con riduzione delle masse sismiche, viene consolidato una cappa fibrorinforzata con CFRP estradossata adeguatamente vincolata alle murature portanti.

Fasi lavorative:

- 1) Ripulitura dell'arco/volta con rimozione del materiale di riempimento e con la rimozione delle parti incoerenti, della polvere e delle sostanze oleose e grasse ed umidificazione del supporto;
- 2) Stesura con frattazzo metallico di un primo strato di 3 mm di malta idraulica pozzolanica;
- 3) Posizionamento della rete in CFRP;
- 3) Stesura di un secondo strato di 3 mm di malta idraulica pozzolanica;
- 4) Disposizione di travi di solaio legno-cemento o acciaio-cemento che sormontano l'arco/volta, ordite sul lato più corto vincolate mediante perfori armati alla compagine muraria.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 12

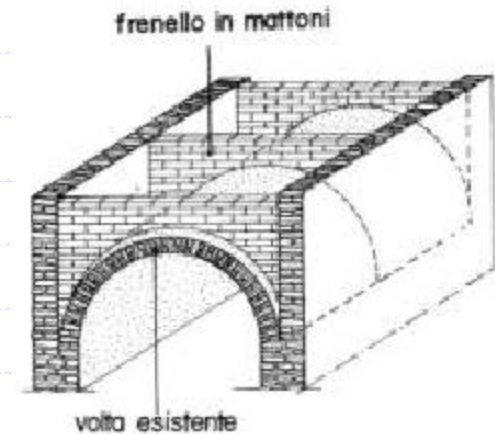
Tipologia: ARCHI E VOLTE

Problematica: Aspetto deformativo accentuato, elevata vulnerabilità sismica.

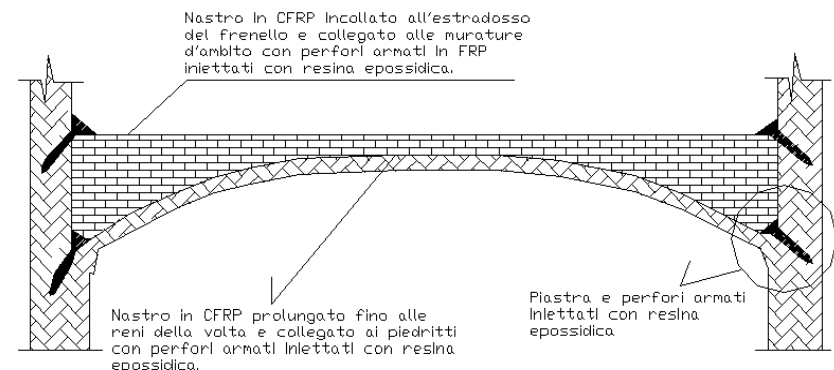
Cause: Carichi agenti elevati, principalmente legati al rinfiango, e spinte agenti non contrastate.

Intervento: Riduzione dei carichi agenti sull'arco/volta attraverso la rimozione del riempimento e l'inserimento di rinfianchi cellulari o frenelli disposti normalmente alla generatrice della volta e sormontati da una copertura piana per l'orizzontamento. L'intervento classico si basava sull'utilizzo esclusivo dei frenelli ed il miglioramento strutturale era esclusivamente legato all'alleggerimento del carico. Un'interessante innovazione è quella del frenello armato con CFRP. Consiste nella realizzazione di un frenello in muratura armato con due nastri in CFRP; il primo è incollato sia all'estradosso della volta che alla base del frenello (garantendo l'aderenza frenello-volta), il secondo disposto all'estradosso del frenello viene collegato alle murature d'ambito mediante perfori armati in FRP. In tale modo si realizza un frenello armato che funziona come una trave composta muratura-FRP doppiamente armata (a intradosso curvo). I vantaggi di questa soluzione progettuale riguardano l'innalzamento della cerniera centrale aumentando la stabilità dell'arco e l'azione d'incatenamento estradosale della volta.

TECNICA CLASSICA (FRENELLO IN MURATURA DI MATTONI PIENI)



TECNICA MODERNA (FRENELLO ARMATO CON CFRP)



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 13

Tipologia: VOLTE A CROCIERA

Problematica: Aspetto deformativo accentuato, elevata vulnerabilità sismica.

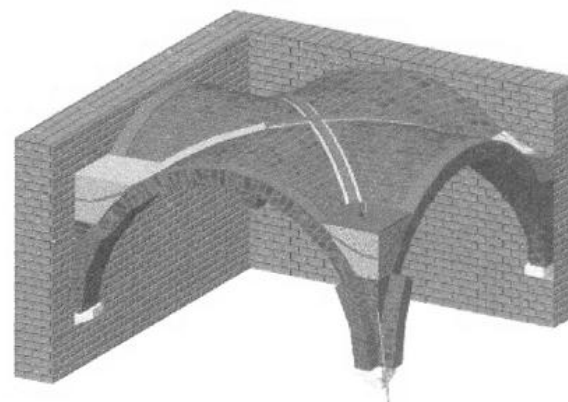
Cause: Carichi agenti elevati, principalmente legati al rinfianco, e spinte agenti non contrastate.

Intervento: Riduzione dei carichi agenti sulla volta, disposizione di un sistema di nastri in FRP e inserimento di un sistema cellulare di frenelli in mattoni.

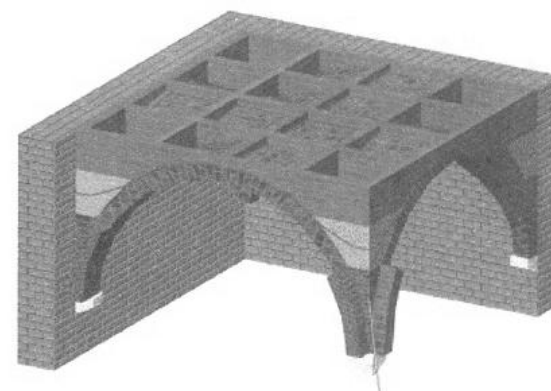
Fasi lavorative:

- 1) Rimozione del materiale di riempimento e con asportazione delle parti incoerenti, della polvere e delle sostanze oleose e grasse ed umidificazione del supporto;
- 2) Disposizione ed incollaggio di nastri in FRP (carbonio, aramide o vetro) sugli archi orizzontali e diagonali;
- 3) Ancoraggio dei nastri in corrispondenza delle unghie con prolungamento dei nastri e degli ancoraggi fino ai piedritti;
- 4) Disposizione di un sistema cellulare di frenelli in muratura;
- 5) Realizzazione dell'orizzontamento ordito sui frenelli.

Nastrature in FRP degli archi



Realizzazione del sistema cellulare di frenelli in laterizio



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 14

Tipologia: STRUTTURE LIGNEE DI COPERTURA

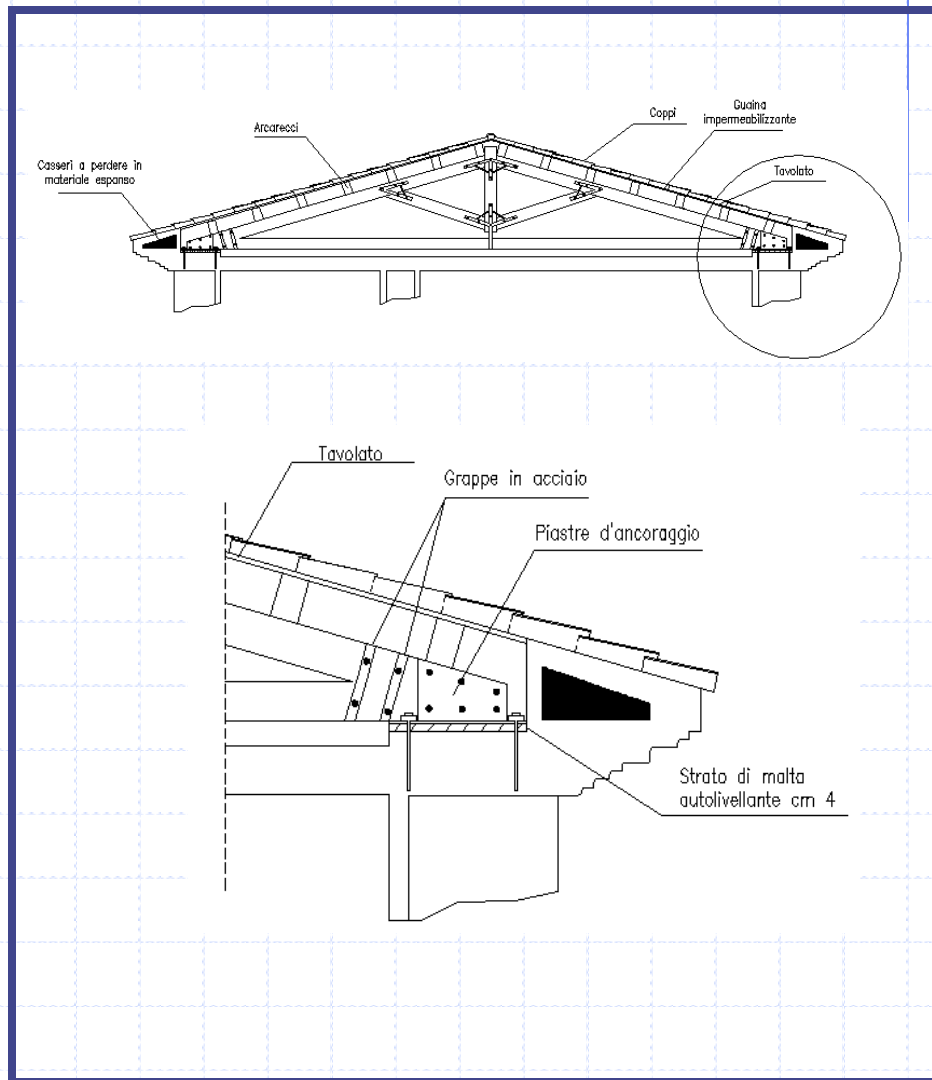
Problematica: Errata impostazione progettuale (elementi spingenti non contrastati), degrado accentuato e diffuso degli elementi lignei con forte riduzione della sezione resistente e inefficiente collegamento tra gli elementi del tetto e la struttura muraria.

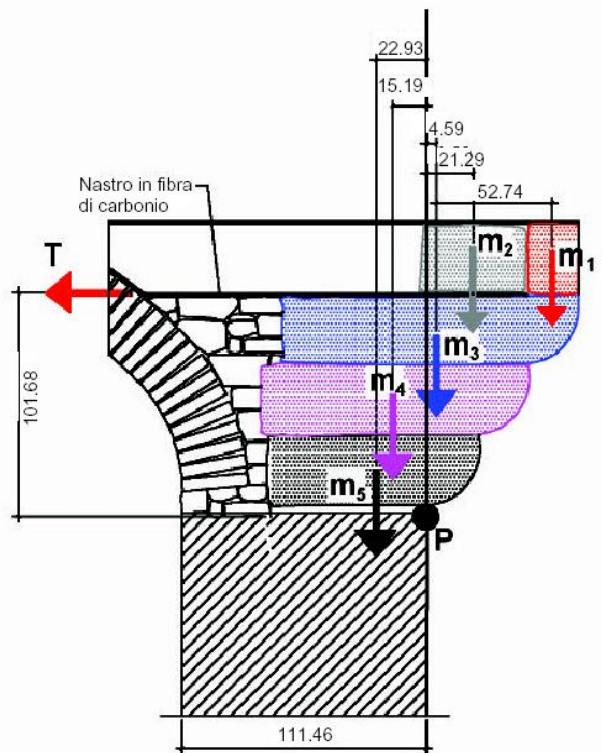
Cause: Errori di progettazione, umidità ed attacchi biologici e mancata manutenzione.

Intervento: Demolizione del tetto esistente e ricostruzione con strutture lignea non spingente.

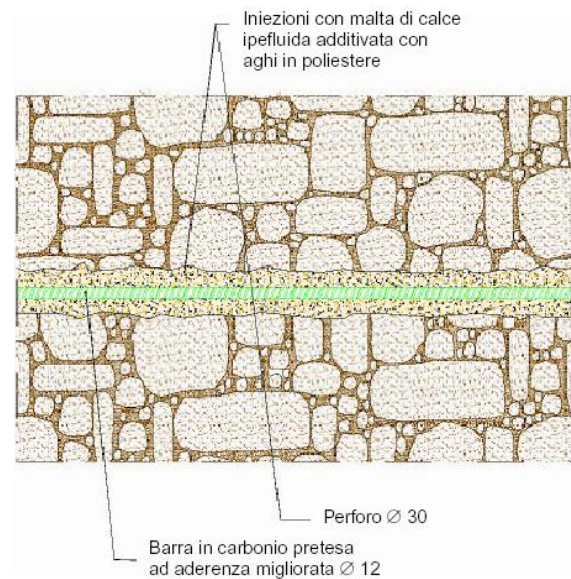
Fasi lavorative:

- 1) Demolizione del tetto esistente e della muratura di appoggio della struttura di copertura;
- 2) Creazione di un cordolo perimetrale in calcestruzzo armato o in muratura armata in grado di evitare concentrazione di carichi favorendone la ripartizione sulla muratura;
- 3) Allestimento degli appoggi e collocazione delle capriate lignee;
- 4) Realizzazione dell'orditura secondaria e del tavolato;
- 5) Disposizione dell'impermeabilizzante, della barriera di vapore e dell'isolamento termico;
- 6) Finitura con tegole, coppi ecc.





Schema per il calcolo degli FRP



Particolare costruttivo dell'incatenamento in CFRP

ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 15

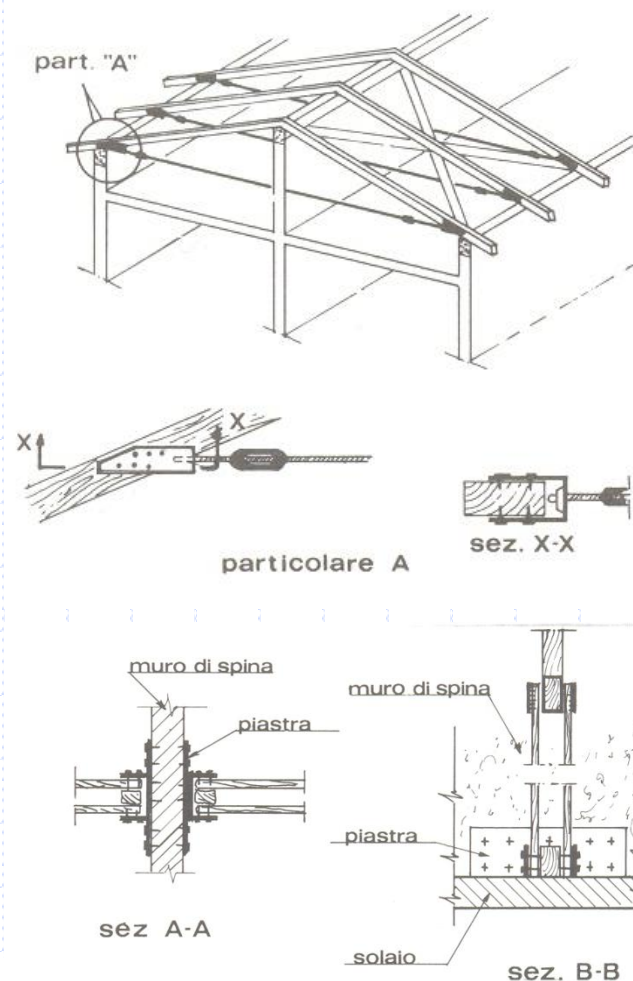
Tipologia: STRUTTURE LIGNEE DI COPERTURA

Problematica: Struttura spingente e scarso collegamento tra la copertura e la compagine muraria.

Intervento: Annullamento dell'azione spingente mediante l'adozione di tenditori in acciaio e cura del fissaggio tra la trave in legno ed il cordolo perimetrale mediante l'uso di ferri piatti piegati.

Fasi lavorative:

- 1) Ancoraggio mediante chiodatura o bullonatura di piastre in acciaio (sez. X-X) ai due puntoni in legno in corrispondenza delle sezioni di estremità;
- 2) Alloggiamento del cavo tenditore all'interno delle piastre precedentemente collegate ai puntoni;
- 3) Disposizione del ferro piatto piegato (precedentemente forato per l'alloggiamento del dispositivo di collegamento) collocato sia in corrispondenza del cordolo perimetrale (della muratura in sua assenza) sia del puntone in legno e del cuneo tra di essi interposto;
- 4) Messa in opera dei dispositivi di collegamento ferro-cordolo e ferro-legno.
- 5) Messa in trazione dei cavi tenditori mediante azionamento del manicotto.



ABACO DEGLI INTERVENTI: SCHEDA 16

Tipologia: PACCHETTO DI COPERTURA

Problematica: Infiltrazione d'acqua e scarsa inerzia termica.

Cause: Assenza di impermeabilizzazione e di isolamento termico.

Intervento: Disposizione sul tavolato di uno strato impermeabilizzante e di un isolante termico con barriera al vapore sulla faccia rivolta verso l'interno.

Fasi lavorative:

- 1) Rimozione di coppi di copertura e smontaggio del tavolato esterno;
- 2) Disposizione sul tavolato interno di uno strato impermeabilizzante e traspirante formato da guaine idrorepellenti ottenute mediante la lavorazione di cere o oli naturali associati a carta di cellulosa o fibre da riciclo;
- 3) montaggio del tavolato e sistemazione dei coppi o tegole;
- 4) Sistemazione sulla faccia interna del tetto di uno strato di isolante termico naturale (ad esempio sughero);
- 5) Collocazione sulla faccia interna dello strato isolante termico della barriera al vapore per la protezione del pacchetto isolante.

