

Ripristino della copertura in legno di un edificio ad uso scolastico a Varzi (PV)

Cesare Campanini¹ ■



Progetto/Nome dell'opera:

Sistemazione dell'area esterna della Scuola elementare di Varzi e ripristino tetto dell'annessa palestra per messa in sicurezza.

Ubicazione:

Varzi (PV)

Ente appaltante:

Comune di Varzi

Progetto architettonico:

Arch. Dionigi Campanini

Progetto strutturale:

Ing. Cesare Campanini
Ing. Marco Grandi

Direzione lavori:

Arch. Dionigi Campanini
Ing. Cesare Campanini

Principali ditte appaltatrici:

Impresa Edile Armando Celasco, Santa Margherita Staffora (PV)
Malaspina Legnami Snc, Godiasco (PV)
Carpenterie Metalliche Donato Camerini, Varzi (PV)

Il lavoro descritto in questa scheda rientra nell'ambito della sistemazione dell'area esterna e della messa in sicurezza di un edificio scolastico. In particolare, di seguito, è sinteticamente riassunto il progetto di ripristino della copertura della palestra annessa all'edificio scolastico stesso ed illustrata per immagini l'esecuzione dei relativi lavori.

L'edificio oggetto di studio, nonostante un precedente intervento di miglioramento sismico durante il quale sono state introdotte modifiche sulle fondazioni e sulle murature, non si presenta ancora sicuro nei confronti dell'azione sismica. Lo stato di fatto è rappresentato da un edificio in muratura portante con mattoni pieni e malta di calce, che almeno limitatamente alla palestra, è di buona consistenza e qualità. La palestra, in particolare, è di forma rettangolare, alta circa 7 m al sottogronda e caratterizzata da una copertura lignea a padiglione, con manto in tegole marsigliesi. Nel lavoro precedente a quello descritto in queste pagine, sono state migliorate sia le prestazioni di tre pareti perimetrali dell'edificio e di alcune murature esterne mediante consolidamento con un intonaco armato, sia quelle delle fondazioni in calcestruzzo inerte, attraverso un rinforzo costituito da doppi cordoli armati, connessi tra di loro con armature

¹ Ingegnere Libero Professionista - Via Matteotti, 3 - Voghera (PV)

passanti. Un solaio piano in latero-cemento, sostenuto da travi in c.a. a doppio T con funzione di controsoffitto piano, sormonta l'edificio. Le travi, strutturalmente non idonee, sono state rinforzate mediante il fissaggio di fibre di carbonio all'intradosso in modo da migliorarne le prestazioni flessionali, ma, da un attento esame del progetto esecutivo associato a tale intervento, non risulterebbe sufficiente la loro capacità resistente a taglio.

L'intervento attuale (conforme alle indicazioni delle NTC08, "Norme Tecniche per le Costruzioni"), quindi, ha necessariamente previsto la demolizione della copertura lignea esistente per sostituirla con una nuova in legno lamellare a due falde, costituita da capriate su cui si incastrano gli arcarecci che andranno a sorreggere i travetti sui quali verrà appoggiato un assito di pannelli di spessore 50 mm, completato con uno strato avente caratteristiche di isolamento termo-acustico e resistente al carico d'incendio (R60), secondo le richieste specifiche della Committenza.

Per l'appoggio della struttura lignea verrà realizzata una correa perimetrale di spessore 25 cm e di larghezza pari allo spessore della muratura sottostante (38-42cm), ammorsata alla muratura stessa tramite l'inserimento di barre fissate a quest'ultima con ancorante chimico. La correa verrà posizionata a contatto con l'estradosso delle travi in c.a. a doppio T ed ammorsata a queste; per il suo posizionamento verrà demolita la muratura superiore in eccesso.

La particolarità del lavoro descritto è data dal fatto che è prevista anche la demolizione delle parti di solaio piano sostenuto dalle travi in c.a. a doppio T, in modo da alleggerire queste ultime del carico portato, ma soprattutto in modo da eliminare una considerevole massa (non utile), a 6 m di altezza, diminuendo così le sollecitazioni, soprattutto a taglio. Si ricorda, infatti, che da una valutazione preliminare dello stato di fatto, tali travi non sembravano garantire una sufficiente resistenza alle azioni taglianti, nonostante un precedente rinforzo mediante fibre di carbonio, che, però, hanno incrementato la sola resistenza flessionale. Per ovviare alla scomparsa dell'effetto diaframma, precedentemente garantito dalla presenza del solaio piano in latero-cemento, si andranno ad inserire una serie di controventi metallici tubolari, appositamente calcolati, in modo da creare un irrigidimento orizzontale. I tubolari verranno incernierati tramite bullonatura a piastre orizzontali a sua volta ancorate con tirafondi alla correa in c.a. che si andrà a creare. Verrà anche completato il consolidamento delle murature sulle parti ancora sprovviste di intonaco armato.

Per quanto riguarda l'edificio utilizzato come

spogliatoio, invece, i lavori di consolidamento strutturale delle murature e del solaio piano di copertura sono stati eseguiti nel precedente intervento; in questo lotto di lavori si provvede a costruire un tetto a falda singola per eliminare il sistema a copertura piana che reca sempre problemi di infiltrazioni nei locali sottostanti. L'intervento prevede il fissaggio di una trave di banchina in legno lamellare fissata al muro dell'edificio palestra tramite l'ausilio di barre filettate fissate con ancorante chimico per murature in mattoni pieni. Alla trave di banchina vengono appoggiati i travetti in legno che creano la falda con andamento trasversale; l'appoggio viene creato con code di rondine fresate che garantiscono un ancoraggio sicuro. I travetti proseguono al di fuori della sagoma dell'edificio per creare una gronda di 50 cm di sbalzo.

Secondo la relazione geotecnica, l'area su cui è realizzato l'edificio si colloca in corrispondenza della formazione del Complesso Caotico di origine essenzialmente tettonica comprendente lembi riferibili a più unità litostratigrafiche, che vanno dalle Argille a Palombini alle Marne di Monte Piano, inglobati in una massa argillosa. Da un punto di vista operativo, ai fini della determinazione dell'input sismico, il suolo è classificabile come di tipo B.

Da un'analisi visiva, le fondazioni esistenti sono costituite da cordoli appoggiati su basi più larghe realizzate in calcestruzzo e con un piano di imposta a -1,60 m rispetto alla quota marciapiede. Nel precedente intervento, come già citato, le fondazioni sono state rinforzate ed adeguate. Il terreno è stato giudicato non suscettibile a liquefazione in caso di sollecitazione sismica.

Per la determinazione delle sollecitazioni e delle deformazioni degli elementi strutturali e non strutturali, è stata effettuata un'analisi dinamica-modale con spettro di risposta su di un modello tridimensionale. In particolare, gli elementi esistenti sono stati modellati secondo la reale geometria e le effettive caratteristiche fisico meccaniche, determinate mediante un'apposita indagine conoscitiva, oppure, dove non ricavabili direttamente, attraverso i certificati dei produttori, valori imposti in fase di confezionamento o tratti da dati disponibili in letteratura.

Le parti in muratura dell'edificio sono state modellate con elementi shell prevedendo la presenza delle aperture, mentre le parti lignee, metalliche ed in c.a. sono state modellate mediante elementi beam lineari.

La modellazione dell'edificio minore ad uso spogliatoio, è stata effettuata adottando gli stessi criteri ed imponendo, in questo caso, l'effetto diaframma in sommità, considerata l'esistenza di un solaio piano. Sul perimetro è stato riportato il carico dovuto alla copertura lignea

che verrà realizzata in questo intervento. Un'ulteriore dettaglio riguardante le travi, aventi sezione 70 cm x 78 cm (h): dal rilievo dello stato di fatto, si è constatato che tali manufatti sono caratterizzati da un'armatura superiore composta da 2+2 barre Ø 12 e da un'armatura inferiore di 7+2 Ø 12. Tramite il precedente intervento di consolidamento, in cui sono state applicate fibre di carbonio, si è raggiunta una resistenza a momento (374.6 kNm) in grado di sopportare i carichi agenti. Per quanto riguarda la resistenza a taglio, non essendo disponibili dati sulle armature dedicate, è stata necessaria una verifica, che ha evidenziato l'insufficiente capacità a taglio. Come già indicato, la

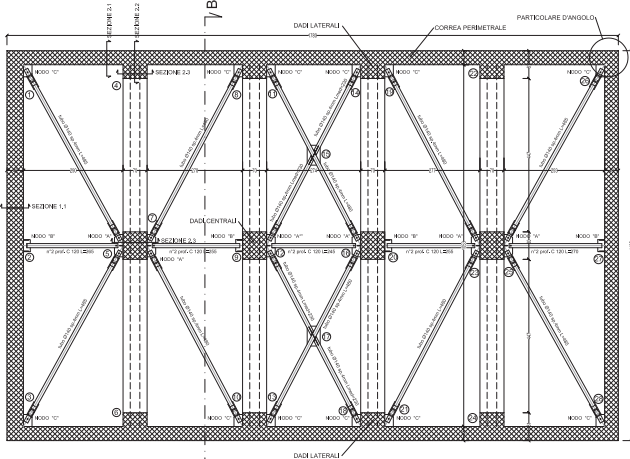
soluzione è stata di ridurre il carico, cosa resa possibile dalla demolizione del solaio e dalla realizzazione di una nuova copertura leggera, in modo da non intervenire ulteriormente sulle travi stesse. In questo intervento si è completata inoltre la realizzazione dell'intonaco armato sulle pareti portanti. Dalle verifiche effettuate si è constatato un sensibile miglioramento del comportamento delle murature, che sono state portate a valori di resistenza accettabili secondo i minimi di normativa. La limitazione degli spostamenti allo stato limite di danno, inoltre, è risultata ampiamente soddisfatta (limitazione in spostamento: $0.003 h = 0.003 \times 670 \text{ cm} = 2 \text{ cm}$).



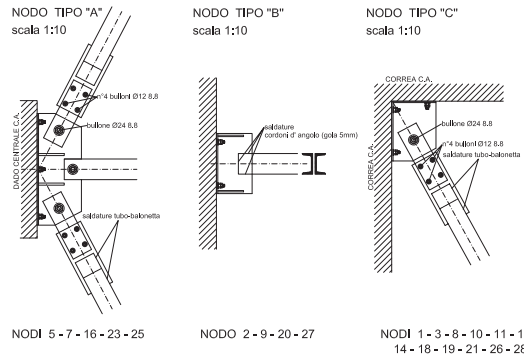
Figura 1 Stato di fatto: vista parziale della copertura lignea esistente, delle travi e del solaio in latero-cemento.

PIANTA SCHEMA COSTRUTTIVO CONTROVENTI

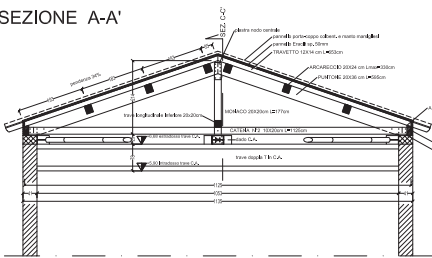
scala 1:50



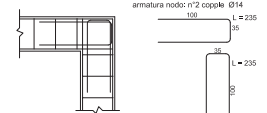
PARTICOLARI ASSEMBLAGGIO CARPENTERIE CONTROVENTI



SEZIONE A-A'

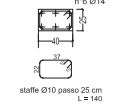


ARMATURA NODO CORREA (pianta) scala 1:20

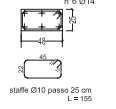


PARTICOLARI C.A. SCALA 1:20

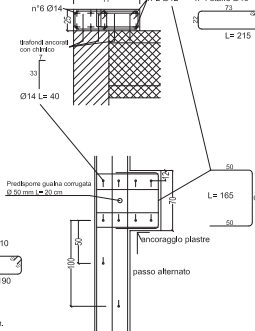
CORREA TIPO (SEZ. 2.1)



CORREA lato ovest



PARTICOLARE DADI LATERALI



PARTICOLARE DADI CENTRALI

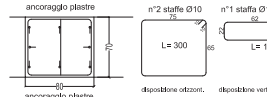


Figura 2 Progetto dell'intervento di rinforzo, in cui si prevede la demolizione della copertura esistente e del solaio in latero-cemento, per consentire la realizzazione di una nuova copertura lignea, di una correa perimetrale di supporto e di tubolari metallici che funzionano come controventi disposti nel piano orizzontale in grado di ripristinare l'effetto diaframma venuto a mancare con la demolizione del solaio.

Figura 3
 Differenti viste dei modelli
 tridimensionali della parte di
 edificio oggetto
 dell'intervento.

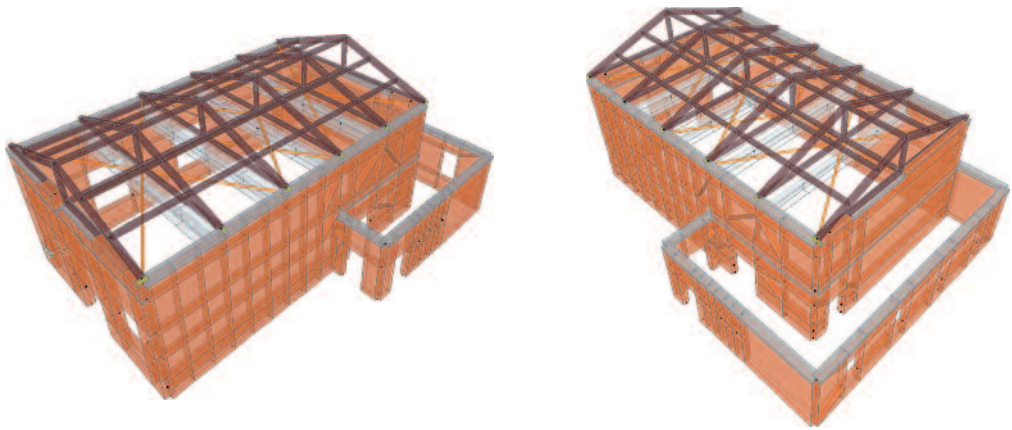


Figura 4
 Spettri di progetto allo SLD
 ed allo SLV (coefficiente di
 struttura $q = 2.80$).

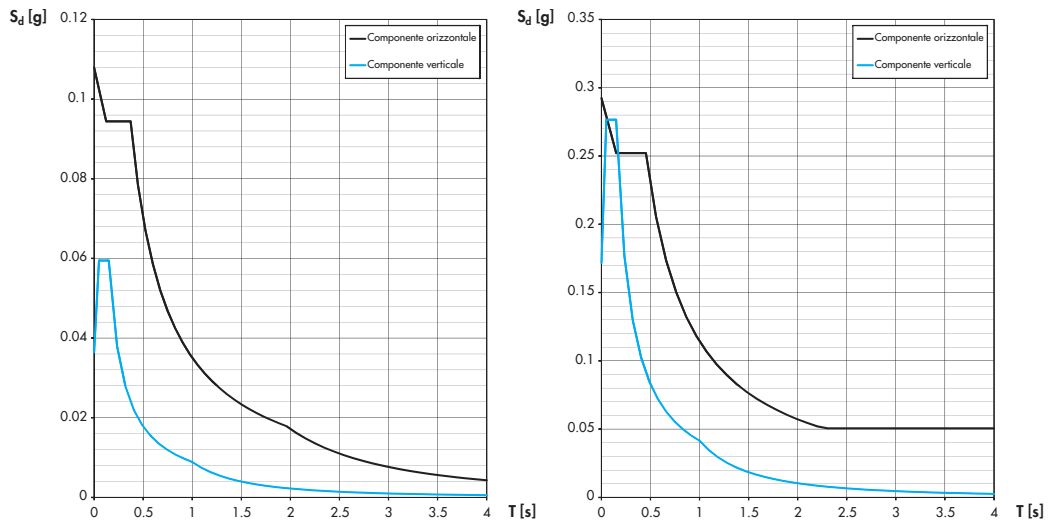


Figura 5
 Realizzazione della gabbia
 della correa perimetrale.



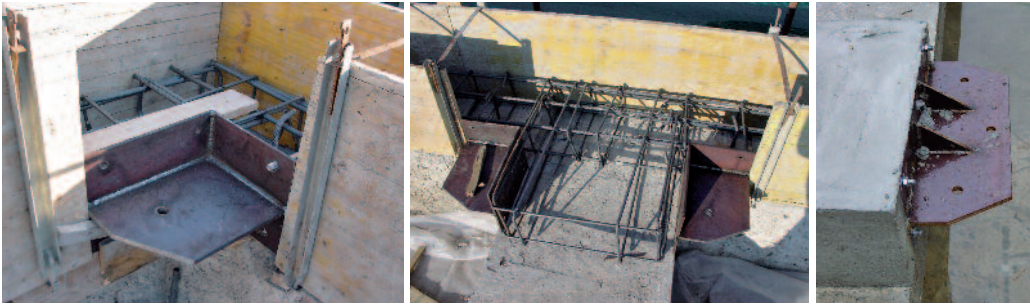


Figura 6
Dettagli del posizionamento delle piastre per il collegamento dei controventi tubolari alla correa perimetrale, in modo da ripristinare il diaframma rigido venuto a mancare in seguito alla demolizione del solaio in latero-cemento.



Figura 7
Dettagli dei tubolari di irrigidimento collegati alla correa.



Figura 8
Dettaglio del collegamento fra la nuova copertura lignea e la correa perimetrale.



Figura 9
Dettagli della nuova copertura lignea.

Figura 10
Vista dal basso
dell'intervento realizzato.



Figura 11
Vista d'insieme riguardante
il completamento dei lavori.

