



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI PER L'EDILIZIA PUBBLICA
Servizio Edilizia Scolastica

PROGETTO DEFINITIVO

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI
CIRCOSCRIZIONE 5 E 6 - AREA NORD**

BILANCIO 2014

RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO

SUGLI INTERVENTI DI ANTISFONDELLAMENTO SOLAI

(art. 93 comma 6 D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.)

Torino,

Il Progettista
(Arch. Eliana ZAGO)

**Il Responsabile del Procedimento e
Dirigente Servizio Edilizia Scolastica**
(Arch. Isabella QUINTO)

PREMESSA

L'indagine che è stata svolta ed ha portato alla parziale chiusura di una porzione nell'edificio scolastico sede dell'asilo nido di via Ghedini, 22 è finalizzata all'individuazione dei sistemi costruttivi impiegati, alla ricerca di situazioni anomale e rischio e di degrado negli intradossi.

Piccole demolizioni localizzate hanno permesso di definirne la tipologia e di constatarne le geometrie, fase indispensabile per risalire ad eventuali vulnerabilità intrinseche al sistema costruttivo.

Nella successiva fase di verifica dopo la demolizione del controsoffitto pesante appeso, l'analisi dell'intradosso di solaio avverrà tramite battitura manuale per indicare la presenza di porzioni d'intradosso ammalorate.

Le risultanze dell'analisi diagnostica relative a diverse situazioni di probabile rischio, sfondellamento di laterizi, ecc. ritenute necessarie permetteranno di conoscere lo stato di conservazione e di sicurezza di quelle parti che, pur non assolvendo funzioni strutturali nei solai, pignatte, sono direttamente a queste collegabili.

Sulla scorta di tali analisi e limitatamente alle situazioni di pericolo rappresentate dallo "sfondellamento", si è proceduto a redigere il progetto di intervento per la messa in sicurezza per la sola area della porzione di fabbricato chiusa alle attività, ed individuata nell'elaborato grafico allegato al progetto.

Non fanno parte della presente Relazione Tecnica, interventi mirati alla salvaguardia da altri "fattori di rischio".

DESCRIZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO

L'intervento consiste nella realizzazione di presidi di sicurezza in grado di prevenire la caduta accidentale di quelle parti di solaio non strutturali che, possono risultare oggettivamente "pericolose".

Nel corso del sopralluogo effettuato e, limitatamente all'ispezione visiva, la struttura portante dei solai interessati dai fenomeni di "sfondellamento" appare integra e non presenta segni di instabilità riconducibili a detti fenomeni.

Prima dell'intervento l'impresa dovrà provvedere a :

- delimitare l'area d'intervento inibendo l'accesso involontario a terzi non direttamente coinvolti nell'opera
- preparazione dell'area d'intervento con stesura di teli di protezione delle aree circostanti

Nelle aree oggetto l'intervento indicato nella tavola di progetto allegata consiste in:



Intradosso solaio Edificio Scolastico via Ghedini, 22

stesura e spillatura di una rete metallica ai travetti in c.a. del solaio vedi tav. di progetto.

La rete in acciaio elettrosaldata zincata a caldo deve rispettare le seguenti caratteristiche minime di resistenza :

- maglia 12.7 mm x 12. 7 mm
- diametro minimo del filo 1.05 mm

Il sistema di spillaggio dovrà essere eseguito attraverso l'impiego di tasselli meccanici modello Fischer tipo UX 8 x 50R di diametro \varnothing 8 mm e lunghezza 50 mm o equivalenti.

I tasselli possono essere sostituiti da barre filettate zincate di diametro \varnothing 8 mm, lunghezza minima 120 mm inghisate nel travetto in cemento armato con resina epossidica ad alta resistenza.

In ogni caso l'ancoraggio dovrà essere in grado di sviluppare una resistenza allo strappo superiore a 250 da N.

L'interasse dei tasselli e/o barre per lo spillaggio della rete metallica ai travetti in cemento armato, in **entrambe le direzioni** e' pari a 50 cm.;

eventuali variazioni per oggettive difficoltà di posa dovranno essere preventivamente autorizzate dalla D.L.

Fra la rete ed il tassello e/o barra filettata, dovrà essere interposta rondella metallica di diametro minimo \varnothing 60 mm., il serraggio seguito con dado ad alta resistenza classe 8 di cui alle UNI EN ISO 898-1:2001 o superiore, tale da tenere adeguatamente "premuti" i fili della rete contro il solaio, sfruttando a pieno la resistenza a trazione, limitando al minimo il contatto del filo con il tassello e/o barra. Nelle aree di giunzione, la sovrapposizione della rete, dovrà avvenire per una lunghezza minima 10 cm .

A fine lavori l'impresa dovrà provvedere a :

- eseguire la pulizia dell'area liberandola di tutti i materiali di risulta prodotti durante le operazioni di fissaggio della rete al solaio.

MATERIALI - CARATTERISTICHE MECCANICHE

I materiali impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva Europea sui prodotti da costruzione, recepita in Italia mediante il Regolamento di Attuazione di cui al D.P.R. 246/93 e s.m.i..

Qualora il materiale impiegato risulta compreso nei prodotti previsti nel richiamato D.P.R. 246/93 e s.m.i., ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità alle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nella presente Relazione Tecnica.

Qualora il prodotto risulta sprovvisto della marcatura CE, l'installatore dovrà accompagnare la fornitura con una dichiarazione certificata che attesti :

- scheda tecnica del prodotto;
- dichiarazione delle caratteristiche del prodotto specificando la conformità alle indicazioni del progetto ed alla scheda tecnica del produttore;
- la provenienza del prodotto;
- dichiarazione che riporti gli estremi, del documento di trasporto (indicazione della catena dei documenti di trasporto dal produttore al cantiere)

Senza la su citata documentazione il materiale non potrà essere utilizzato.

Il Direttore dei Lavori, in mancanza e/o aggiornamento di norme UNI può fare riferimento alle norme ritirate e/o sostitutive.

In generale, si applicheranno le prescrizioni della presente Relazione Tecnica Specialistica.

Pertanto prima dell'inizio dei lavori l'impresa dovrà fornire alla D.L. tutte le certificazioni necessarie a comprovare la rispondenza dei materiali che intende adoperare affinché siano rispondenti alle prescrizioni contrattuali e del Capitolato Speciale d'Appalto.

I materiali previsti nell'intervento di cui al precedente punto sono:

- rete elettrosaldata acciaio zincata a caldo maglia 12.7 x12.7 \varnothing 1.05 mm;
- connettori rete/travetto solaio \varnothing > 8 mm.

Le caratteristiche meccaniche minime della rete, devono soddisfare i seguenti requisiti:

tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} > 500 \text{ Mpa} = 5.000$	daN/cm ²
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} > 435 \text{ Mpa} = 4.350$	daN/cm ²
tensione di calcolo allo SLU	$f_{yd} > 435/\gamma = 3.780$	daN/cm ²
sezione resistente del filo	$A_f = 0.866$	mm ²
peso rete/mq	$p_r =$	daN/mq

Connettori metallici costituiti da tasselli Fischer tipo UX8x50R e/o barre filettate diametro minimo 8 mm, in acciaio zincato con interposto dado e rondella di diametro quest'ultima minimo 60 mm, classe di resistenza 8.8 o superiore di cui alle UNI EN ISO 898 -1:2001.

ANALISI DEI CARICHI

Il sistema di protezione proposto di cui al precedente punto deve garantire che in caso di sfondellamento delle "pignatte" di alleggerimento del solaio queste siano trattenute dal sistema rete – connettori. E' opportuno ricordare che la pignatta ha funzione di alleggerimento e non strutturale così come il sistema rete -connettori ha funzione di trattenuta delle parti distaccate e non strutturale.

Ai fini della verifica del sistema proposto ed in accordo con quanto riportato nel Fascicolo Tecnico si assumono i seguenti carichi :

- intonaco, spessore medio 2 cm $q_1 = 36$ daN/mq
- fondello pignatta spessore medio 0.5 cm $q_2 = 9$ daN/mq
- carico totale accidentale $q_t = 45$ daN/mq

Ai fini della seguente verifica si assume un carico totale $q = 50$ daN/mq

VERIFICA DELLE STRUTTURE

Rete

La rete e' soggetta sostanzialmente a sola trazione viene verificata secondo due ipotesi :

- fune equivalente -Metodo di calcolo Tensioni Ammissibili
- membrana bidirezionale - Metodo di calcolo Stati Limiti

Fune equivalente

Con riferimento alle modalità d'intervento descritte al precedente punto si analizza una superficie di rete compresa fra 4 tasselli che formano un quadrato 50 x 50 cm .

Trascurando il peso della rete ed a favore della sicurezza, il carico accidentale di competenza risulta pari a :

- carico accidentale (intonaco + fondello pignatta) $q/2 = 50/2 = 25$ daN

Per determinare le azioni che il carico accidentale esercita sulla rete, occorre determinare la freccia della fune equivalente scarica. Notoriamente la freccia di una fune scarica orizzontale è determinata con la seguente espressione :

- $f = (3/64) \times (\gamma \cdot l^2 \times l^2/E) = 1.04$ cm

I cui simboli hanno il seguente significato:

- γ = peso specifico del materiale pari a 7.85 daN/cm³
- l = lunghezza della fune, sviluppo orizzontale, pari a 50 cm
- E = modulo di resistenza pari a 2.060.000 daN/cm²

Per determinare la sollecitazione orizzontale della fune si usa la seguente espressione :

- $H = q \times l^2 / 8 f$;
- $H = 0.25 \times 2.500 / 8 \times 1.04 = 75$ daN

La sollecitazione verticale è pari a :

$$V = q \times l/2 = 0.25 \times 50/2 = 6.25 \text{ daN}$$

La sollecitazione totale della fune risulta :

$$R_f = H^2 + V^2 = 75.5 \text{ daN}$$

Ipotizzando che partecipano alla resistenza a strappo soltanto i fili "premuti" dalla rondella di diametro pari a 60 mm contro il solaio, n° 6 complessivamente si ha :

- sezione resistente totale : $A_f = 6 \times 0.866 = 5.20 \text{ mm}^2$,
- resistenza a rottura : $R_s = A_f \times f_{tk} = 5.2 \times 5.000 / 100 = 260$ daN ,
- grado di sicurezza : $g = R_s / R_f = 260 / 75.5 = 3.45 > 2.5$

Membrana bidirezionale

Viene indagata un'area compresa fra 4 tasselli posti ad interasse di 50 cm, si ipotizza che la rete possa essere assimilata ad una membrana curva bidirezionale, si ipotizza inoltre la collaborazione di n° 6 fili di rete "premuti" dalla rondella contro il solaio.

Caratteristiche della rete :

- $f_{tk} = 500 \text{ Mpa} = 5.000 \text{ daN/cm}^2$ resistenza caratteristica di rottura
- $f_{yk} = 435 \text{ Mpa} = 4.350 \text{ daN/cm}^2$ resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{dk} = f_{yk} / \gamma_s = 378 \text{ Mpa} = 3780 \text{ daN/cm}^2$ resistenza di calcolo allo SLU
- $A_f = 0.866 \text{ mm}^2$ sezione resistente del singolo filo

Reazione all'appoggio, (tiro sul tassello)

- $V_{sk} = (50/4) / 4 = 3.13$ daN
- $V_{sd} = V_{sk} \times \gamma = 3.13 \times 1.5 = 4.70$ daN sollecitazione di calcolo allo SLU

Resistenza a trazione allo SLU di n° 6 fili della rete

- $N_{rd} = f_{yd} \times A_f \times n = (378 \times 0.866 \times 6) / 10 = 196.5$ daN

Imponendo l'uguaglianza fra lo sforzo di calcolo e la resistenza di calcolo si ha:

- $V_{sd} = V_{rd} = 4.70$ daN

Angolo al centro di curvatura della rete .

Sapendo che fra l'angolo di curvatura al centro della rete, lo sforzo di calcolo e la resistenza di calcolo vige la relazione : $\sin \alpha/2 = Vsd/Nrd$, si determina l'angolo al centro di curvatura

$$\alpha^\circ = 2 \arcsin (4.70/196.5) = 2.75^\circ$$

Noto l'angolo al centro di curvatura si trova il raggio di curvatura

$$Rc = l/2 \times \sin \alpha/2 = 1.042 \text{ cm}$$

Noto il raggio di curvatura si può trovare la freccia

$$f = Rc - Rc \cos \alpha/2 = 0.4 \text{ cm}$$

Nota la freccia si può calcolare l'allungamento finale del filo

$$lf = \sqrt{l^2 + f^2} = 25.004 \text{ cm}$$

L'allungamento percentuale risulta : $A\% = 100 \times (lf-l)/l = 0.012\%$ valore certamente compatibile con le caratteristiche del filo di acciaio.

Verifica dei connettori

Il tassello e/o barra filettata è sollecitato da una componente orizzontale ed una verticale trasmessa dalla fune equivalente .

Nel caso di carico ripartito la configurazione di equilibrio della fune è parabolica , per note considerazioni geometriche, l'angolo α° che la tangente alla fune forma con l'orizzontale nel punto di fissaggio al solaio e' dato dalla seguente espressione :

$$l/2 \times \tan \alpha^\circ = 2 f \text{ da cui si trova che } \alpha^\circ = 9.44^\circ$$

La componente verticale che la fune trasmette sul tassello vale :

$$V1 = Rf \times \sin \alpha^\circ = 12.38 \text{ daN .}$$

Su ogni tassello si scaricano le azioni di 4 " picchi" di rete per cui l'azione verticale complessiva su ogni tassello vale :

$$Vt1 = 4 \times V1 = 49.52 \text{ daN}$$

Considerando un coefficiente di sicurezza > 2.5 , il tassello dovrà resistere ad un carico a strappo R_s pari a :

$$R_s = 2.5 \times 49.52 = 123.80 \text{ daN. In ogni caso il tassello di ancoraggio dovrà garantire un carico a strappo } > 250 \text{ daN .}$$

Verifiche sperimentali

Prima di procedere alle operazioni di posa occorre verificare la tenuta dei tasselli ad ogni piano e la sua deformazione sotto carico. A tal fine l'impresa dovrà dotarsi della necessaria attrezzatura e strumentazione atta a comprovare sperimentalmente le caratteristiche dell'ancoraggio tassello + calcestruzzo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- La presente Relazione Tecnica e' stata redatta con riferimento, per quanto applicabili, alle seguenti norme:
- legge n° 1086 del 05/11/1971 " Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato , normale e precompresso ed a struttura metallica "
- D.P.R. 02/06/20021 n° 380 " Testo Unico per l'Edilizia "
- D. M. 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni " - N.T.C./2008
- Circolare esplicativa delle N.T.C./2008 del 02 febbraio 2009 n° 617 / C.S.L.L.PP.
- Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo "
- Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio "
- Delibera della Giunta Regionale del PIEMONTE n° 4-3084 del 12/12/2011.

Torino,

Il Progettista
(Arch. Eliana ZAGO)

**Il Responsabile del Procedimento e
Dirigente Servizio Edilizia Scolastica**
(Arch. Isabella QUINTO)
