



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI PER L'EDILIZIA PUBBLICA
SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA

MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA BONIFICA
E LO SMALTIMENTO DI MANUFATTI CONTENENTI AMIANTO/FAV
IN EDIFICI SCOLASTICI DELLA CITTA' - ANNO 2014

via Ala di Stura 23
via Servais 62
via Scotellaro 7/9
via Lemie 48

**PROGETTISTA:
COORDINATORE PER LA SICUREZZA
IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

P.I. Guido BENVENUTI

**COLLABORATORI
ALLA PROGETTAZIONE:**

Geom. Raffaele SCILANGA

**RESPONSABILE PROCEDIMENTO
E DIRIGENTE DEL SERVIZIO:**

Arch. Isabella QUINTO

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

NOME-FILE

Scala Plot

RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO

RIFERIMENTO

SCALA

—

REV

MODIFICHE

DATA

DISEGNATORE

0

EMISSIONE

OTT. 2014

P.I. GUIDO BENVENUTI

1

2

3

4

TAVOLA

RSC



CITTA' DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI PER L'EDILIZIA PUBBLICA
Servizio Edilizia Scolastica

PROGETTO DEFINITIVO

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA BONIFICA E LO SMALTIMENTO DI
MANUFATTI CONTENENTI AMIANTO E FAV IN EDIFICI SCOLASTICI DELLA
CITTA'**

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
(P.I. Guido Benvenuti)

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

PREMESSA

Il progetto definitivo relativo alla bonifica di manufatti contenenti FAV prevede la rimozione delle controsoffittature al primo piano di due edifici ed in particolare:

- Edificio Scolastico di via Ala di Stura 23;
- Edificio Scolastico di via Servais 62;

Una volta rimosso tale controsoffitto e prima del riposizionamento di quello nuovo, pare opportuno al fine di preservare l'incolumità dell'utenza scolastica, individuare, prevenire e fronteggiare tramite indagine diagnostica eseguita in tutti i locali soggetti ad intervento e nei locali che la Direzione Lavori individuerà durante il corso dei lavori, eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità degli elementi non strutturali degli edifici scolastici, di fornire un giudizio preciso ed obiettivo del fenomeno di distacco e sfondellamento dei solai o il distacco dell'intonaco, permettendo un rilievo puntuale dello stato di conservazione dell'intradosso dei solai.

L'indagine sarà eseguita da Società specializzata, con analisi strumentali soniche, termografiche ed endoscopiche riconosciute idonee tramite brevetti registrati ed accompagnati da adeguati curriculum valutati dal Servizio Edilizia Scolastica.

L'indagine si dovrà articolare in 6 fasi:

- 1) indagine storica sull'edificio;
- 2) osservazione all'infrarosso mediante l'utilizzo di analisi termografica;
- 3) indagine costruttiva dei solai mediante esecuzione di microdemolizioni;
- 4) analisi con battitura manuale;
- 5) indagine strumentale;
- 6) relazione sulla situazione dei plafoni oggetto di indagine ("Libretto Sanitario dell'edificio").

L'obiettivo dell'indagine svolta dalla società incaricata è l'individuazione dei sistemi costruttivi impiegati alla ricerca di situazioni anomale e di degrado negli intradossi.

1) INDAGINE STORICA SULL'EDIFICIO*

- a) Anno di costruzione
- b) Destinazione d'uso iniziale
- c) Destinazione attuale
- d) Planimetrie
- e) Certificato d'idoneità statica se esistente
- f) Certificato di agibilità se esistente

* (su materiale e informazioni fornite dal Committente)

2) OSSERVAZIONE ALL'INFRAROSSO MEDIANTE L'UTILIZZO DI ANALISI TERMOGRAFICA:

L'analisi termografica effettuata su l'intera superficie oggetto dell'intervento dovrà consentire l'osservazione globale del plafone individuando lo scheletro strutturale, l'orditura dei solai e la presenza dei rompitratta dovrà inoltre, la strumentazione utilizzata dovrà rilevare la presenza di infiltrazioni e stati particolarmente ammalorati sintomatici del deperimento dei laterizi o dello strato di intonaco.

3) INDAGINE COSTRUTTIVA DEI SOLAI MEDIANTE L'ESECUZIONE DI MICRODEMOLIZIONI:

L'analisi costruttiva dovrà consentire, mediante l'esecuzione di piccole demolizioni, in assenza di documentazione di rilevare le tipologie dei solai o intradossi presenti. In particolare dovranno essere rilevate le caratteristiche geometriche dei componenti dei solai (travetti, pignatte, intonaco, strutture d'intradosso, ecc.) valutando la presenza di vulnerabilità tecnologiche e lo stato di conservazione degli impalcati.

4) ANALISI CON BATTITURA MANUALE

L'analisi con battitura manuale sarà la prima verifica di ricerca delle aree con criticità dovute a sfondellamento e/o distacco di intonaco.

Dovrà essere eseguita da personale addestrato e con esperienza, sarà effettuata sollecitando il plafone con colpi regolari mediante un'asta in alluminio cava con testa piena; con lo scopo di evidenziare suoni anomali in zone particolari del solaio chiaro indicatore del fenomeno dello sfondellamento.

Questa operazione di scrematura dovrà essere eseguita sull'intera superficie e verrà affinata con diagnosi con la seguente fase ("Indagine con metodo strumentale).

5) INDAGINE STRUMENTALE

L'analisi effettuata sulle aree per le quali a seguito delle indagini precedenti occorre un approfondimento, dovrà essere effettuata con idonea strumentazione che consenta tramite l'invio di impulsi sequenziali ad intensità costante ed il ritorno di segnale puntuale, riportato tramite su una griglia a maglia l'analisi computerizzata della situazione delle aree.

6) RELAZIONE SULLA SITUAZIONE DEI PLAFONI OGGETTO DI INDAGINE

Tale relazione si dovrà sviluppare nei seguenti capitoli:

- a) Obiettivi dell'indagine;
- b) Ricostruzione storica dell'edificio su indicazioni fornite dal Committente;
- c) Risultati delle osservazioni preventive eseguite con l'ausilio della termocamera ad infrarossi;
- d) Risultati dell'analisi costruttiva, completi di rappresentazione in sezione di travetti, pignatte ed intonaco;
- e) Risultati delle indagini diagnostiche complete di relazione, planimetrie realizzate con identificazione visiva delle superfici in base ai rilievi di eventuali anomalie;
- f) Eventuali osservazioni a margine delle indagini e conclusioni che includono planimetrie di tutti i livelli dell'edificio analizzato con l'individuazione delle aree e l'indicazione delle criticità e i tempi massimi in cui programmare gli interventi di ripristino e/o la certificazione sulla sicurezza dei solai oggetto dell'indagine.

Nel suddetto documento denominato Libretto Sanitario, vengono riportate le risultanze dell'analisi diagnostica relative a diverse situazioni di probabile rischio, distacco di intonaco, sfondellamento di laterizi, ecc. ritenute necessarie al fine di conoscere lo stato di conservazione e di sicurezza di quelle parti che, pur non assolvendo funzioni strutturali nei solai, sono direttamente a queste collegabili, vedi dettaglio planimetria al fondo della relazione.

Sulla scorta di tali analisi e limitatamente alle situazioni di pericolo rappresentate dallo "sfondellamento", si procederà a redigere il progetto di intervento per la messa in sicurezza.

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

DESCRIZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO

L'intervento in progetto 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".

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 consiste in nella **stesura e spillatura di una rete metallica ai travetti in c.a. del solaio;**

La rete in acciaio elettrosaldato 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 $12.7 \times 12.7 \text{ } \varnothing 1.05 \text{ mm}$;
- connettori rete/travetto solaio $\varnothing > 8 \text{ mm}$.

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

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

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 $q_1 = 36 \text{ daN/m}^2$
- fondello pignatta spessore medio 0.5 cm $q_2 = 9 \text{ daN/m}^2$
- carico totale accidentale $q_t = 45 \text{ daN/m}^2$

Ai fini della seguente verifica si assume un carico totale $q = 50 \text{ daN/m}^2$

VERIFICA DELLE STRUTTURE

Rete

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

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

a) 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) $q/2=50/2= 25 \text{ daN}$

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 :

$$f = (3/64) \times (\gamma l^2/E) = 1.04 \text{ cm}$$

I cui simboli hanno il seguente significato:

- γ = peso specifico del materiale pari a 7.85 daN/cm^3
- l =lunghezza della fune, sviluppo orizzontale, pari a 50 cm
- E = modulo di resistenza pari a $2.060.000 \text{ daN/cm}^2$

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

$$H = q \times l^2 / 8 f ;$$

$$H = 0.25 \times 2.500 / 8 \times 1.04 = 75 \text{ daN}$$

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 : $R_s = A_f \times f_{tk} = 5.2 \times 5.000 / 100 = 260 \text{ daN}$,
- grado di sicurezza : $g = R_s / R_f = 260 / 75.5 = 3.45 > 2.5$

b) 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)

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

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

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

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

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

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 : $\sin \alpha/2 = V_{sd}/N_{rd}$, 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

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

Noto il raggio di curvatura si può trovare la freccia

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

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

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

L'allungamento percentuale risulta : $A\% = 100 \times (l_f - l) / l = 0.012\%$ 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 :

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

La componente verticale che la fune trasmette sul tassello vale :

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

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

- $V_{t1} = 4 \times V1 = 49.52 \text{ daN}$

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 occorrerà 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
(P.I. Guido Benvenuti)

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