

Spettabile

**Città di Torino**

**VICE DIREZIONE GENERALE SERVIZI TECNICI, AMBIENTE EDILIZIA  
RESIDENZIALE PUBBLICA E SPORT**

**COORDINAMENTO EDILIZIA SCOLASTICA**

**SETTORE EDILIZIA SCOLASTICA NUOVE OPERE**

**Via Bazzi n. 4**

**10152 - TORINO**

**VERIFICHE TECNICHE STRUTTURALI PER EDIFICI SCOLASTICI  
INSERITI NELLE OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA  
CIRCOSCRIZIONE 3-4 PARTE 1.**

**Scuola Elementare Corso Francia 373 – Circoscrizione 3.**

## **RELAZIONE TECNICA – INTEGRAZIONE AL C.S.A.**

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

Trattasi di un edificio ad 1/2 piani f.t. e, in parte, un piano seminterrato, la cui costruzione risale inizialmente al 1955. Inizialmente infatti l'edificio era adibito a stazione di carburanti dell'AGIP PETROLI. Successivamente, nel 1980 l'edificio venne adibito a scuola con la chiusura delle parti un tempo adibite a pensiline, e la realizzazione di un solaio rialzato in corrispondenza del fronte su C.so Francia, ottenendo un volume di circa 2250 mc. L'altra parte dell'edificio (quella retrostante C.so Francia) forse un tempo adibita ad officina meccanica, è dotata di una copertura con struttura metallica "a shed" e lamiere metalliche, fornita di collaudo statico. L'edificio si sviluppa principalmente al piano terreno con la sola eccezione del fronte su C.so Francia che risulta al piano rialzato e una piccola parte con piano seminterrato su via.

#### **1) Analisi storico-critica e individuazione del sistema strutturale esistente.**

Individuazione del sistema strutturale esistente: premesso che a causa dei successivi ampliamenti dell'edificio e al cambiamento della sua destinazione d'uso la lettura delle strutture non è di facile interpretazione è ipotizzabile che si tratti di un edificio con struttura portante in cemento armato ordinario e in parte con muratura portante in mattoni pieni. La struttura non dispone di giunti di dilatazione. Sulla parte dell'edificio affacciata su via vi è un vano scala che conduce al piano primo e al piano seminterrato. Mediante apposite indagini in situ deve essere indagata con particolare attenzione la correlazione tra la struttura originaria e quella successivamente inserita (ad esempio tra le strutture della grande pensilina a sbalzo e il nuovo

solaio del piano rialzato).

Documentazione strutturale disponibile : nessuna

- 1.1) Fondazioni: probabilmente in cemento armato. A plinti rettangolari o quadrati posti alla quota del piano seminterrato, oppure alla quota del piano campagna , ovvero a cordolo continuo in cemento armato. I plinti, in alcuni casi, potrebbero sostenere anche più di un pilastro ed in questo caso sarebbero assimilabili a travi rovesce su appoggio elastico. Le dimensioni, lo spessore e l'armatura dei plinti non sono valutabili ed andranno indagati mediante sondaggi in situ.
- 1.2) Pilastri : in cemento armato ordinario. Di forma rettangolare, circolare o quadrata, partono dalle fondazioni a quota del seminterrato o a quota del piano campagna. L'armatura dei pilastri non è nota e pertanto verrà indagata mediante indagini in situ. Murature portanti in mattoni pieni: la soletta del piano rialzato è sostenuta, in parte, da murature-setti continui in mattoni pieni; anche la caratterizzazione dei materiali dei setti murari non è nota e pertanto verrà indagata mediante analisi in situ.
- 1.3) Travi : in cemento armato. Le travi di luce maggiore sono ribassate, le altre sono in spessore di solaio. Le travi della soletta del piano rialzato sembrerebbero in spessore di solaio ma non sono a vista. Le travi del piano copertura sono ribassate o in spessore di solaio, ma non è possibile leggerne l'orditura e le dimensioni essendo la soletta intonacata all'intradosso. Pertanto esse verranno indagate mediante pachometro e endoscopie.
- 1.4) Solette : la soletta del piano rialzato sembrerebbe di tipo latero-cementizio a travetti gettati in opera. Le solette del piano copertura sembrerebbero in laterocemento a travetti gettati in opera con finitura all'intradosso intonacata. In entrambi i casi non è possibile leggerne l'orditura pertanto esse verranno indagate mediante pachometro e endoscopie. Il sistema strutturale esistente è quindi principalmente di tipo a travi e pilastri in cemento armato, con probabili vincoli a cerniera dei pilastri alla base, con schema di trave continua su più appoggi per quanto riguarda le travi ed i solai. Lo schema strutturale è stato modificato nel tempo e pertanto si può ipotizzare che il comportamento statico dei vari elementi strutturali non sia quello previsto dal progettista a suo tempo.

## 2) Rilievo geometrico-strutturale.

E' stato effettuato, per quanto possibile in questa fase, un rilievo geometrico-strutturale, che ha riguardato il complesso dell'organismo e quello dei singoli elementi strutturali, la loro qualità e lo stato di conservazione. Per quanto riguarda l'approfondimento del rilievo strutturale con particolare attenzione ai singoli elementi e ai loro vincoli, (fondazioni, muri, pilastri, solai, travi) , esso verrà effettuato mediante l'analisi in situ delle strutture con le modalità previste nella campagna di indagini strutturali. Per quanto potuto rilevare, i risultati sono riportati nelle tavole allegate alla presente relazione.

## 3) Organizzazione della campagna di indagini strutturali

L'organizzazione della campagna di indagini strutturali è dipesa dal tipo di struttura della scuola in esame. La conoscenza delle effettive caratteristiche meccaniche dei materiali e delle diverse parti strutturali, che possono avere anche notevole variabilità nell'ambito della stessa struttura, è fondamentale al fine della valutazione della sicurezza. La valutazione della sicurezza infatti dipende dal livello di conoscenza e il conseguente fattore di confidenza.

Per la struttura in esame, in calcestruzzo armato, al fine di ottenere un livello di conoscenza LC2 (conoscenza adeguata secondo la tab.C 8A.1.2 Circ. Min. Infrastrutture e trasporti 02-02-2009 n. 617), sono state previste le seguenti prove in situ e le seguenti indagini

sperimentali sui materiali nelle quantità indicate nel computo metrico estimativo e nelle posizioni indicate nelle tavole grafiche.

#### Fondazioni, pilastri e murature portanti

- 1) Misura e ricerca della posizione delle armature mediante pachometro transistorizzato a riluttanza magnetica per la rilevazione, nelle strutture in c.a., dei ferri d'armatura, del loro diametro e dello spessore del copriferro, per ferri d'armatura aventi diametro compreso tra mm 10 e mm 40 e per spessori del getto di ricoprimento delle armature non superiore a mm 100.
- 2) Misura della durezza superficiale delle strutture in c.a. mediante sclerometro manuale o elettronico per la valutazione della resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  del calcestruzzo costituente strutture in c.a. al fine di fornire la resistenza caratteristica come media di almeno 10 letture (o battute).
- 3) Prova di estrazione con espansione (pull-out). Valutazione semi distruttiva della resistenza a compressione del cls di strutture in c.a. mediante prova di estrazione con espansione (pull-out) eseguita come segue: esecuzione di foro normalizzato nel getto a mezzo trapano elettrico; inserimento nel foro di tassello ad espansione di idoneo diametro e resistenza; estrazione con estrattore oleodinamico del tassello che provoca la rottura del calcestruzzo secondo una superficie troncoconica; lettura della pressione di rottura del calcestruzzo e correlazione, tramite curve sperimentali di taratura, di tale pressione alla resistenza caratteristica del calcestruzzo.
- 4) Installazione attrezzature per prospezioni georadar ed esecuzione di indagine con assetto tramite antenna singola lungo percorsi longitudinali, con passate trasversali ogni 5 m o a maglia predeterminata, su di una fascia di ampiezza massima di 1 m, con assetto di investigazione tramite antenna singola, di opportuna frequenza atta a raggiungere la maggior definizione e profondità possibile in relazione agli obiettivi della prospezione ed alle caratteristiche del sottosuolo e della struttura.
- 5) Esecuzione di prova a martinetto piatto semplice per murature, finalizzata alla valutazione dei carichi effettivamente gravanti sul paramento murario preso in esame ed alla stima del modulo elastico del materiale, effettuando le misure nelle reali condizioni di normale esercizio del manufatto. La prova dovrà essere condotta procedendo all'asportazione di un giunto di malta con opportuna sega, effettuando un taglio perfettamente orizzontale, installando uno o più estensimetri di precisione in corrispondenza del taglio, per rilevare l'entità dei cedimenti verificatisi nella prima fase di assestamento, rispetto alla situazione rilevata con due punti fissi (basi di misura) rilevati prima dell'asportazione del giunto di malta, ed inserendo poi un martinetto sottile (piatto) nel taglio operato, onde ripristinare oleodinamicamente la situazione iniziale, annullando le deformazioni ed i cedimenti misurati. È compreso quanto altro occorre per dare i risultati delle prove completi.
- 6) Esecuzione di sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo in terreni a granulometria eterometrica spinto fino alla profondità di m. 10,00 da piano campagna ; compreso di approntamento e trasporto ed installazione dell'attrezzatura, recinzione dell'area di cantiere, esecuzione in corso d'opera di n. 3 prove SPT , eventuale posa di rivestimenti metallici provvisori, fornitura di cassette catalogatrici e ritombamento del foro a termine lavori .

## Soletta del piano rialzato

- 1) Misura e ricerca della posizione delle armature mediante pachometro transistorizzato a riluttanza magnetica per la rilevazione, nelle strutture in c.a., dei ferri d'armatura, del loro diametro e dello spessore del copriferro, per ferri d'armatura aventi diametro compreso tra mm 10 e mm 40 e per spessori del getto di ricoprimento delle armature non superiore a mm 100.
- 2) Misura della durezza superficiale delle strutture in c.a. mediante sclerometro manuale o elettronico per la valutazione della resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  del calcestruzzo costituente strutture in c.a. al fine di fornire la resistenza caratteristica come media di almeno 10 letture (o battute).
- 3) Prova di estrazione con espansione (pull-out). Valutazione semi distruttiva della resistenza a compressione del cls di strutture in c.a. mediante prova di estrazione con espansione (pull-out) eseguita come segue: esecuzione di foro normalizzato nel getto a mezzo trapano elettrico; inserimento nel foro di tassello ad espansione di idoneo diametro e resistenza; estrazione con estrattore oleodinamico del tassello che provoca la rottura del calcestruzzo secondo una superficie troncoconica; lettura della pressione di rottura del calcestruzzo e correlazione, tramite curve sperimentali di taratura, di tale pressione alla resistenza caratteristica del calcestruzzo.
- 4) Prelievo di barre di armatura da c.a. per esecuzione di prove di laboratorio, eseguito previa demolizione del copri ferro con taglio e preparazione della barra, prova di trazione, prova di piegamento.
- 5) Esecuzione di indagini endoscopiche su strutture in calcestruzzo attraverso fori di diametro ridotto (al massimo 20 mm) appositamente eseguiti con trapani a rotazione a basso numero di giri, introduzione di un endoscopio, costituito nelle sue parti essenziali di un'asta con fibra ottica e di una guida luce per l'illuminazione della parte presa in esame. Alla parte terminale può essere applicata sia una macchina fotografica reflex, sia una telecamera, per la documentazione dell'indagine. Devono essere rilevate le seguenti informazioni: individuazione di cavità e vuoti eventualmente presenti, morfologia e tipologia del solaio, stato visibile di conservazione dei materiali, presenza di eventuali anomalie localizzate nel getto di calcestruzzo. La prova deve essere documentata con idonea documentazione anche fotografica (ovvero con la stampa di alcuni fotogrammi se la ripresa è stata effettuata con una telecamera).
- 6) Prova di carico a spinta su solaio per conoscere dati caratteristici quali portanza, tipo di vincolo, linearità, ripetibilità, permanenza, costituente nell'applicazione di forze statiche concentrate ripetute attraverso due martinetti oleodinamici opportunamente contrastati alle strutture superiori, al fine di distribuire su una striscia di struttura lo stesso momento flettente massimo dovuto al carico distribuito o concentrato di esercizio. Compresi: la rilevazione in tempo reale di almeno 5 deformate dell'elemento in prova, di cui 2 in direzione trasversale all'asse principale dello stesso elemento (al fine di misurare l'eventuale collaborazione di elementi affiancati), a mezzo sensori di deformazioni montati su aste telescopiche; l'effettuazione di almeno 4 cicli di carico e scarico con rilevazione delle deformate suddette. È compreso quanto altro occorre per dare i risultati delle prove completi.
- 7) Valutazione della resistenza caratteristica a compressione del cls mediante prove di schiacciamento di carote normalizzate del diametro di mm 100 o di mm 200, prelevate direttamente in sito a mezzo opportuna carotatrice.

#### Soletta del piano primo (Copertura)

- 1) Misura e ricerca della posizione delle armature mediante pachometro transistorizzato a riluttanza magnetica per la rilevazione, nelle strutture in c.a., dei ferri d'armatura, del loro diametro e dello spessore del copriferro, per ferri d'armatura aventi diametro compreso tra mm 10 e mm 40 e per spessori del getto di ricoprimento delle armature non superiore a mm 100.
- 2) Misura della durezza superficiale delle strutture in c.a. mediante sclerometro manuale o elettronico per la valutazione della resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  del calcestruzzo costituente strutture in c.a. al fine di fornire la resistenza caratteristica come media di almeno 10 letture (o battute).
- 3) Prova di estrazione con espansione (pull-out). Valutazione semi distruttiva della resistenza a compressione del cls di strutture in c.a. mediante prova di estrazione con espansione (pull-out) eseguita come segue: esecuzione di foro normalizzato nel getto a mezzo trapano elettrico; inserimento nel foro di tassello ad espansione di idoneo diametro e resistenza; estrazione con estrattore oleodinamico del tassello che provoca la rottura del calcestruzzo secondo una superficie troncoconica; lettura della pressione di rottura del calcestruzzo e correlazione, tramite curve sperimentali di taratura, di tale pressione alla resistenza caratteristica del calcestruzzo.
- 4) Esecuzione di indagini endoscopiche su strutture in calcestruzzo attraverso fori di diametro ridotto (al massimo 20 mm) appositamente eseguiti con trapani a rotazione a basso numero di giri, introduzione di un endoscopio, costituito nelle sue parti essenziali di un'asta con fibra ottica e di una guida luce per l'illuminazione della parte presa in esame. Alla parte terminale può essere applicata sia una macchina fotografica reflex, sia una telecamera, per la documentazione dell'indagine. Devono essere rilevate le seguenti informazioni: individuazione di cavità e vuoti eventualmente presenti, morfologia e tipologia del solaio, stato visibile di conservazione dei materiali, presenza di eventuali anomalie localizzate nel getto di calcestruzzo. La prova deve essere documentata con idonea documentazione anche fotografica (ovvero con la stampa di alcuni fotogrammi se la ripresa è stata effettuata con una telecamera).
- 5) Valutazione della resistenza caratteristica a compressione del cls mediante prove di schiacciamento di carote normalizzate del diametro di mm 100 o di mm 200, prelevate direttamente in sito a mezzo opportuna carotatrice.

La società che effettuerà le prove in situ e sui materiali dovrà avere un sistema di gestione della qualità certificato ai sensi della Norma ISO 9001- 2000 per rilievi monitoraggi e prove sperimentali di prodotti da costruzione.

#### **4) Analisi e valutazione dei risultati delle prove di carico e delle indagini in situ**

L'analisi dei risultati delle prove di carico riguarderà essenzialmente il confronto tra le deformazioni effettive della struttura assoggettata ai carichi di prova e quelle teoriche ricavabili dal rilievo della geometria degli elementi resistenti e dalla caratterizzazione dei materiali strutturali. In base alla caratterizzazione dei materiali strutturali (calcestruzzo e ferro di armatura) sarà possibile confrontare il tasso di lavoro effettivo con quello ammissibile per i materiali esistenti. L'assenza di anomalie, (presenza di eccessive deformazioni o di eccessive deformazioni residue), nel comportamento della struttura soggetta a prova di carico sarà la base per la compilazione della relazione di certificazione di idoneità statica.

## **5) Metodi di calcolo e di verifica delle strutture**

Il metodo di calcolo e di verifica delle strutture sarà quello basato sulle tensioni ammissibili dei materiali, in conformità alla normativa vigente all'epoca della costruzione dell'edificio. Gli schemi statici adottati per la verifica delle travi e dei solai saranno quelli "a trave continua su più appoggi" con vincoli di semi incastro alle estremità. I pilastri saranno verificati a presso flessione. I plinti e le travi rovesce saranno verificate a presso flessione e a punzonamento. Verranno valutate le pressioni sul terreno di fondazione confrontandole con quelle ammissibili per terreni di tipologia analoga.

Analisi dei carichi :

Al fine delle calcolazioni statiche verranno presi in considerazione i seguenti carichi permanenti ed accidentali:

Peso proprio delle strutture in cemento armato : 2500 kg/ mc

Peso proprio dei solai laterocementizi spess. 22 cm : 18+ 4 cm : 250 kg/mq

Peso proprio del massetto a pavimento : 1800 kg/mc

Peso proprio della pavimentazione in piastrelle : 30 kg/mq

Incidenza dei tramezzi : 50 kg/mq

Sovraccarico accidentale di esercizio aule : 300 kg/mq

## **6) Dissesti in atto. Quadri fessurativi. Meccanismi di danno**

Ad una accurata analisi visiva, non risultano in corso dei dissesti strutturali., né dei quadri fessurativi di importanza rilevante che mettano in evidenza dei meccanismi di danno infatti sono state rilevate fessure in corrispondenza dei giunti di dilatazione, che dovranno essere coperti con opportuni coprigiunti, e sui paramenti murari esterni in cls.

Torino, 12 Luglio 2010

ing. Riccardo Morello

Allegati

Documentazione fotografica

Tavole con indicazione delle prove in situ