

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 Media inferiore Via Capelli 66 – Circoscrizione 4.**

## **RELAZIONE TECNICA – PERIZIA STATICA**

### **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

Trattasi di un edificio a 3 piani fuori terra e un piano seminterrato (a piani sfalsati), costruito nel 1977 di circa 24200 mc. L'edificio ospita 24 aule oltre ad una palestra e un auditorium. All'interno dell'edificio vi è anche l'alloggio del custode.

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

Individuazione del sistema strutturale esistente: trattasi di un edificio con struttura portante in cemento armato ordinario. La struttura, a pianta rettangolare, dispone di due giunti di dilatazione, sviluppati per tutta l'altezza dell'edificio che la dividono in tre parti. Nella parte centrale, in corrispondenza dell'ingresso, è contenuto il vano scala, il vano ascensore e i servizi. Nelle altre due parti laterali, simmetriche come dimensioni, ma strutturalmente diverse, sono ubicate le aule oltre alla palestra e ad un'auditorium. I solaio dei piani interrato e seminterrato sono dotati di vespaio. La quota del piano ingresso è al livello 0,00, la quota della palestra è a – 3,50. I piani sono poi sfalsati di 1,75 m e il piano dell'alloggio custode è quindi a quota +1,75. Siccome i piani sono sfalsati, vi è una pilastrata che sostiene una porzione di entrambe le solette (quella più bassa e quella più alta). Vi è un vano ascensore in cemento armato ordinario, che parte dal piano palestra e arriva fino all'ultimo piano occupato da aule. In prossimità del vano ascensore vi è il vano scala principale che parte dal piano palestra e arriva fino all'ultimo piano occupato da aule.

Documentazione strutturale disponibile: disegni delle fondazioni, dei muri contro terra, dei solai

(carpenteria ed armatura) di un'altra scuola, (Scuola Via De Panis), simile ma non uguale a quella in esame.

- 1.1) Fondazioni: in cemento armato. A plinti rettangolari o quadrati posti alla quota del piano seminterrato, oppure a cordolo continuo in cemento armato. I plinti, in alcuni casi, sostengono anche più di un pilastro ed in questo caso sono assimilabili a travi rovesce su appoggio elastico. Le dimensioni, lo spessore e l'armatura dei plinti sono in parte valutabili, ma andranno integrate mediante sondaggi in situ.
- 1.2) Pilastri : in cemento armato ordinario. Di forma rettangolare o quadrata, partono dalle fondazioni a quota del vespaio. L'armatura dei pilastri è in parte nota, ma verrà verificata e integrata mediante indagini in situ.
- 1.3) Travi : in cemento armato ordinario. La maggior parte delle travi è ribassata, particolarmente quelle della palestra, le altre sono in spessore di solaio. Le travi delle solette dei vari piani in corrispondenza delle aule e dei corridoi sono ribassate e sono a vista non essendo intonacate. Le travi del piano copertura sono ribassate ed è possibile leggerne l'orditura e le dimensioni essendo la soletta non intonacata all'intradosso. Pertanto esse verranno indagate mediante pachometro e pull-out.
- 1.4) Solette : le solette del piano vespaio sono in travetti prefabbricati precompressi con interposti blocchi di laterizio e getto in cls di completamento. Non sono intonacate all'intradosso e quindi è possibile la loro lettura. Le altre solette ai vari piani sono in getto pieno di calcestruzzo con finitura dell'intradosso su cassero in legno a tavola "faccia vista".
- 1.5) Murature di tamponamento : le facciate sono del tipo "a cassa vuota" con paramento esterno in setto di getto di calcestruzzo con finitura esterna tipo "faccia vista".
- 1.6) Parapetti ai piani e in copertura: i parapetti ai piani e quelli della copertura piana sono in cemento armato con "getto faccia"; presentano diffusi fenomeni di distacco dei copri ferri e alcune fessurazioni.
- 1.7) Rampa scale da piano terra a copertura: le rampe scale sono in soletta di cemento armato ordinario e sono collegate direttamente alle travi portanti. Sui due lati corti dell'edificio sono attestate n. 2 scale metalliche in corrispondenza delle vie di esodo in caso di incendio.
- 1.8) Il sistema strutturale esistente è quindi 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 non è stato modificato nel tempo e pertanto si può ipotizzare che il comportamento statico dei vari elementi strutturali 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, parapetti) , 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

- 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) 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.
- 5) Esecuzione di carotaggio a rotazione in terreno di qualunque natura e all'interno di strutture di fondazione in conglomerato cementizio o in muratura di mattoni o pietrame, compreso trasporto e approntamento dell'attrezzatura, fino ad una profondità di mt. 4,00 dal piano di inizio carotaggio compreso l'uso di corone diamantate se necessario, ogni onere compreso
- 6) 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.

### Travi e solette

- 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.

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 solo in corrispondenza dei giunti di dilatazione, che dovranno essere coperti con opportuni coprigiunti, e sui paramenti murari esterni in cls.

Sono evidenti e diffusi i distacchi dei parapetti del cornicione del piano copertura rispetto alla sottostante soletta dovuti probabilmente alla differenza di materiale. Sono quindi da indagare alcuni fenomeni fessurativi che interessano alcuni punti dell'intonaco delle murature del cornicione della copertura.

Torino, 12 Agosto 2010

ing. Riccardo Morello