REGIONE PIEMONTE

Comune di Cantalupa

Città Metropolitana di Torino

UFFICIO LAVORI PUBBLICI

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE (ai sensi del D.M. 17/1/2018) DEL PLESSO SCOLASTICO "S. PIGNATELLI"

SITO IN VIA DEL MONASTERO n. 9

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO:

RELAZIONE GENERALE

ALL. **A**

Data:

Scala:

Rev:

Il Responsabile del Procedimento:
(Responsabile U.T. Lavori Pubblici)

Geom. Bruna COASSOLO

Il professionista capogruppo del R.T.P. e progettista delle strutture:

ing. Giuseppe RINALDIS

I professionisti mandanti del R.T.P.:

ing. Carmelo RINALDIS

arch. Erika BONINO

ing. Nicola CRITELLI

geol. Marco LAVEZZO

Adeguamento sismico scuola primaria "S. Pignatelli"

1. PREMESSA GENERALE

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle verifiche e dimensionamenti delle opere strutturali connesse al progetto esecutivo degli interventi di adeguamento sismico delle strutture del plesso scolastico "Silvia Pignatelli" a Cantalupa (TO), in cui hanno attualmente sede l'omonima scuola primaria e dell'infanzia.

2. INTRODUZIONE AL PROGETTO STRUTTURALE DI MIGLIORAMENTO

L'incarico è stato conferito dal Comune di Cantalupa a seguito dell'effettuazione, ad opera di altro professionista, delle verifiche di vulnerabilità sismica del plesso e di uno studio di fattibilità tecnico-economica degli interventi necessari, approvato dal Comune stesso con propria Deliberazione G.C. n. 39 del 20/06/2018.

Nello specifico, le suddette valutazioni indicavano la necessità di adeguare le strutture nei confronti dell'azioni sismica nonché di risolvere alcune criticità puntuali.

Per l'esecuzione del presente progetto tuttavia, al fine di uniformare i dati di partenza, riferiti alle condizioni allo stato di fatto, si è reso necessario eseguire ex-novo la valutazione della sicurezza (statica e sismica) delle strutture esistenti, per poi dimensionare gli interventi adottati.

Nel prosieguo della relazione vengono quindi illustrati gli specifici interventi previsti nel progetto.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento per la redazione del progetto in questione è riportata di seguito:

- Legge n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni, in particolare Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 3 Maggio 2005 n. 3431;

- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006: "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Circolare C.S.L.P. n. 617 del 26/2/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- Regione Piemonte D.G.R. n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche";
- Regione Piemonte D.G.R. n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 "Approvazione delle procedure di controllo [...] ";
- Regione Piemonte D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 "[...] Integrazione alle procedure attuative [...] approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084".
- D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni";

4. ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE

Quale supporto all'espletamento dell'incarico il Committente ha messo a disposizione la sottoelencata documentazione:

- Progetto relativo alla prima edificazione del plesso scolastico (prot.n. 29230 del 29/7/1976), consistente nel corpo di fabbrica denominato "struttura 1" nel prosieguo della relazione, risalente al 1976 e a firma del progettista strutturale ing. Luigi Triveri, composto dalle seguenti tavole strutturali:

- Dis. 1 armatura delle fondazioni;
- Dis. 1 armatura dei muri delle fondazioni;
- Dis. 1 pianta delle fondazioni;
- Dis. 2 solaio sul sotterraneo (carpenteria);
- Dis. 2 solaio sul sotterraneo (distinta armature);
- Dis. 3 solaio di sottotetto (carpenteria);
- Dis. 3 solaio di sottotetto (distinta armature);

oltre a due tavole architettoniche (piano seminterrato e piano rialzato) e comprensivo di denuncia delle opere, relazione tecnica illustrativa, relazione di calcolo, relazione a strutture ultimate e certificato di collaudo statico;

- Progetto relativo al 1° ampliamento (prot.n. 3488 del 2/10/1980), consistente nella realizzazione della c.d. "struttura 2", datato 1980 e a firma dell'ing. Marcello Marinone, composto dalle seguenti tavole strutturali:

- Dis. 1 fondazioni (carpenteria e distinte armature);
- Dis. 2 pianta piano rialzato e sottotetto (carpenterie e distinte armature);

oltre alle tavole architettoniche (piano rialzato, prospetti e sezioni) e comprensivo di denuncia delle opere, relazione tecnica illustrativa e di calcolo, certificato di collaudo statico;

- Progetto relativo al 2° ampliamento (prot.n. 4471 del 24/10/1983), ossia relativo alle c.d. "struttura 3" e "struttura 4", datato 1983 e a firma dell'ing. Edoardo Piarulli, composto dalle seguenti tavole strutturali:

Per struttura 3:

- Tav. unica fondazioni, piano rialzato e sottotetto (carpenteria e distinta armature);
- Dis. 1 armatura dei muri delle fondazioni;
- Dis. 1 pianta delle fondazioni;
- Dis. 2 solaio sul sotterraneo (carpenteria);
- Dis. 2 solaio sul sotterraneo (distinta armature);
- Dis. 3 solaio di sottotetto (carpenteria);
- Dis. 3 solaio di sottotetto (distinta armature);

oltre a due tavole architettoniche (piano rialzato e sezione) e comprensivo di denuncia delle opere, relazione tecnica illustrativa e di calcolo, relazione a strutture ultimate (con annesso certificato prove di laboratorio) e certificato di collaudo statico;

Per struttura 4:

- Dis. 1 fondazioni (carpenteria e distinta armature);
- Dis. 2 carpenterie (fondazioni, piano rialzato, piano sottotetto);
- Dis. 3 distinta armature;

oltre a tre tavole architettoniche (piano rialzato, prospetti e sezione) e comprensivo di relazione tecnica illustrativa e di calcolo, relazione integrativa, relazione di verifica delle fondazioni;

- Progetto relativo al rifacimento delle coperture e installazione di impianto fotovoltaico (su struttura 1) (prot.n. 35370 del 13/05/2013), datato 2013 e a firma dell'ing. Paolo Crespo, composto dalle seguenti tavole strutturali:

- All. 1s carpenterie esistenti;
- All. 2s pianta copertura;
- All. 3s sezioni e particolari;
- All. 4s distinta armature;
- All. 5s relazione di calcolo;
- All. 5sb relazione di calcolo integrativa;
- All. 6s indicatori di rischio della struttura attuale;
- All. 6s-1 indicatori di rischio della struttura in progetto;
- All. 6s-2 relazione geotecnica;
- All. 7s piano di manutenzione;

oltre a due tavole architettoniche (piano sottotetto e copertura, sezioni, prospetti) e comprensivo di denuncia delle opere, relazione tecnica illustrativa, certificato di collaudo statico;

- Progetto relativo allo studio di fattibilità degli interventi di adeguamento sismico del plesso scolastico (strutture 1-2-3-4), datato 2018 e a firma dell'ing. Paolo Fiorillo, approvato con Delibera G.C. n. 39 del 20/06/2018, composto dalle seguenti tavole strutturali:

- Tav. S1 struttura 1 demolizioni (piante e sezioni);
- Tav. S2 struttura 1 nuovi interventi (piante e sezioni);
- Tav. S3 struttura 2 demolizioni (piante e sezioni);
- Tav. S4 struttura 2 nuovi interventi (piante e sezioni);
- Tav. S5 struttura 3 demolizioni (piante e sezioni);
- Tav. S6 struttura 3 nuovi interventi (piante e sezioni);
- Tav. S7 struttura 4 demolizioni (piante e sezioni);
- Tav. S8 struttura 4 nuovi interventi (piante e sezioni);

oltre a tre tavole architettoniche, relazione generale, relazione specialistica delle strutture, relazione geologica, relazione geotecnica, calcolo sommario della spesa, quadro economico, prime indicazioni sulla sicurezza;

- Rapporti conseguenti alla campagna d'indagini e prove conoscitive condotte sul fabbricato scolastico nel febbraio 2018, ad opera della Ditta 4EMME spa, identificati come prove da 7501-TO a 7507-TO, comprensive di rapporto su prova MASW;

- Tavola n. 1 del 1998 (prot. VVF del 19/7/1999), redatta dal P.I. Cesare Cais di Pinerolo, rappresentante un tracciato degli impianti antincendio nelle aree esterne;

- Tavole n. 1 e 2 del 1996 (progetto n. 11/071/96), redatte dal P.I. Giancarlo Zucchino di Torino, rappresentante gli impianti elettrici (illuminazione normale ed emergenza, F.M., rivelazione);

- Relazione riassuntiva della documentazione acquisita dal professionista che ha redatto lo studio di fattibilità (ing. Paolo Fiorillo di Pinerolo), datata 26/02/2018;

Dall'esame della documentazione sopra elencata, si è appurata la disponibilità di tutti gli esecutivi delle strutture, a meno degli elaborati relativi agli elementi di supporto delle coperture.

Le verifiche strutturali e la progettazione degli interventi sono stati pertanto impostati sulla base della documentazione sopraelencata, integrata dalle informazioni acquisite in situ durante le visite di sopralluogo.

5. SINTESI DELL'ANALISI STORICO-CRITICA E DESCRIZIONE GENERALE DEL PLESSO SCOLASTICO

Il complesso edilizio in cui ha sede la scuola materna e primaria "S. Pignatelli" è ubicato nella zona centrale del territorio comunale di Cantalupa, con accessi principali da via Monastero e un accesso secondario da via Roma n. 12.

La destinazione d'uso attuale dei fabbricati è rimasta coerente con quella della prima edificazione, ossia di edificio scolastico; anche i successivi interventi documentati, tutti relativi ad ampliamenti tramite aggiunta di nuovi corpi di fabbrica, mantengono immutato l'ambito di destinazione del complesso edilizio.

Dal punto di vista morfologico, il fabbricato scolastico è completamente isolato rispetto ad altri edifici limitrofi, che consistono in un edificio residenziale e in una palestra.

La prima costruzione del complesso scolastico risale agli anni 1976, quando fu realizzato il primo corpo di fabbrica (denominato "struttura 1" anche per gli scopi del presente progetto), ad un piano fuori terra oltre ad un livello sottotetto e ad un piano seminterrato.
Successivamente è avvenuta l'edificazione, in ordine cronologico, della struttura "2" (anno 1980), della "struttura 3" e della "struttura 4" (nel 1983). Sul plesso scolastico è stato realizzato un ultimo ampliamento nel 2005 (c.d. "struttura 5"), che è stato però escluso dal presente progetto, su indicazioni del Committente, in considerazione del fatto che è stato progettato secondo criteri antisismici più recenti.

In sintesi, considerando i corpi oggetto di interventi, la sagoma complessiva del fabbricato presenta una forma irregolare, inscrivibile in un rettangolo di lati 40 m e 35 m circa, come si può facilmente evincere dagli elaborati grafici di corredo al progetto.

Per le finalità del presente progetto, non risulta che siano stati eseguiti altri interventi di primaria rilevanza strutturale oltre a quelli afferenti ai progetti sopra citati.

Per quanto concerne l'aspetto costruttivo, le strutture portanti sono tutte in calcestruzzo armato gettato in opera, ad eccezione delle parti lignee già descritte, e consistono in telai monodirezionali del tipo trave-pilastro a sostegno di solai in laterocemento, con blocchi di laterizio d'alleggerimento interposti a travetti in c.a. ordinario, con spessori e luci correnti.
Le fondazioni sono del tipo a plinti isolati centrali e fondazione continua su muro controterra per quanto riguarda la struttura 1, e a travi continue o travi parete per le restanti strutture.

Dal punto di vista distributivo invece, le aule sono tutte disposte al piano rialzato, dove si trovano anche i servizi igienici, una sala insegnanti e locali di servizio (portineria, locale di sgombero, atrio). Al livello seminterrato invece si trova un ampio salone "ludico", utilizzato anche come refettorio (originariamente invece risultava essere un'autorimessa), un locale per attività libere, la cucina e annessa dispensa, servizi igienici. Il livello di sottotetto è invece inutilizzato e lasciato al grezzo, accessibile tramite n. 3 botole dislocate nei corridoi in corrispondenza delle strutture 1, 3 e 4.

Le coperture, oggetto di rifacimento in un periodo recente (2013), sono del tipo a doppia falda e sono costituite da un manto in coppi sostenuto da orditura lignea (puntoni e piccola orditura), a sua volta sorretta da travi in c.a. su pilastri anch'essi in c.a.; fa eccezione soltanto la struttura "2", in cui la trave di colmo è in legno lamellare.

L'altezza interpiano del livello rialzato è uniforme tra i diversi corpi di fabbrica e risulta pari a 3.10 m circa, mentre al livello seminterrato l'altezza netta è pari a 2.96 m circa.

Le tamponature esterne sono state invece realizzate con murature in laterizio a doppia fodera e cassavuota, in parte intonacate e in parte in mattoni a vista tipo "paramano".

Immagine satellitare con individuazione delle strutture oggetto di intervento

6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nel contesto dell'incarico ricevuto, sulla scorta delle indicazioni del Committente (tra cui le linee esplicitate nello studio di fattibilità approvato), il plesso scolastico in esame dev'essere considerato come "strategico" ai fini della prevenzione del rischio sismico e le opere strutturali da prevedersi devono permettere di conseguire un livello prestazionale corrispondente all' "adeguamento sismico" delle strutture esistenti, con il raggiungimento di un coefficiente ζE pari a 1.00, inteso come il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

Gli interventi in progetto consistono dunque nella realizzazione di opere di adeguamento sismico delle strutture 1-2-3-4 del plesso scolastico, rappresentate a livello globale dall'inserimento di setti antisismici esterni alla sagoma del fabbricato, aventi la funzione di sopportare integralmente l'azione orizzontale dovuta al sisma, nel rapporto ζE sopra riportato e secondo le ipotesi di calcolo indicate nel seguito.
La scelta è legata, oltre a ragioni d'economicità, anche all'esigenza di minimizzare per quanto possibile gli interventi all'interno dell'edificio, per limitare le interferenze con le componenti edilizie ed impiantistiche già presenti.
Il posizionamento planimetrico dei setti è stato scelto con il criterio di minimizzare l'eccentricità tra il centro delle masse e il centro delle rigidezze, al fine di ridurre al minimo gli effetti secondari torsionali in condizioni sismiche, nonché con il criterio del minore impatto estetico sulla costruzione.
La realizzazione dei setti antisismici produrrà anche una riduzione degli spostamenti attesi, a beneficio degli stati limite di danno (SLD / SLO).

Inoltre, sono stati previsti interventi locali (con la tecnica dell'incamiciatura metallica e degli inserti metallici in acciaio) volti al rinforzo di elementi esistenti che si sono rivelati critici nell'ambito delle analisi svolte, nonché interventi mirati all'eliminazione di anomalie costruttive (commistione tra elementi strutturali di corpi di fabbrica differenti, pilastri in falso, elementi pesanti privi di funzionalità statica).

Per mitigare il rischio di martellamento tra i corpi strutturali contigui, è stato previsto l'allargamento dei giunti esistenti, attualmente non adeguati secondo quanto è emerso dai calcoli degli spostamenti condotti ai sensi delle NTC 2018.

Per quanto concerne la vulnerabilità degli elementi non strutturali, è stato inoltre previsto un intervento di miglioramento del grado di vincolo delle tamponature perimetrali, per ridurre il rischio di ribaltamento fuori dal piano, mediante stesura di reti in materiale fibrorinforzato sulle facce delle specchiature murarie, da entrambi i lati, fissate reciprocamente e alle strutture portanti con idonei connettori, e inglobate in uno strato di intonaco strutturale, secondo la tecnica del FRCM (Fiber-reinforced cementitious matrix).
Analogamente, per prevenire il rischio di distacco e caduta di fondelli in laterizio dall'intradosso dei solai soprastanti i locali ad uso scolastico, in considerazione dell'età costruttiva degli elementi, è stata prevista la posa in opera di una rete in G-FRP, opportunamente tassellata ai travetti del solaio e inglobata in uno strato di intonaco strutturale.

In sintesi dunque, gli interventi previsti sono di natura prevalentemente strutturale, vista la finalità delle opere, e riguardano:

- Realizzazione di setti antisismici esterni in c.a., su fondazioni profonde in micropali, indipendenti dalle fondazioni esistenti;
- Incamiciatura metallica (con la tecnica del beton-plaqué) di pilastri non verificati alle azioni statiche e/o sismiche;
- Rinforzo di alcune travi in c.a. del sottotetto, mediante ringrosso della sezione all'estradosso, con inserimento di barre d'armatura addizionali e getto di betoncino;
- Riduzione delle sollecitazioni di flessione e di taglio in alcune travi non verificate, per mezzo di installazione di mensole in acciaio all'intradosso, con l'effetto di riduzione della luce netta d'inflessione;
- Inserimento di trave in acciaio tra il pilastro esistente a supporto della pensilina d'ingresso della scuola primaria (opportunamente ringrossato per simmetria con il pilastro antistante) e il pilastro dell'edificio, al fine di creare un collegamento trasversale delle strutture della pensilina con quelle dell'edificio;
- Eliminazione di un pilastro in falso al sottotetto di struttura 2 e realizzazione di una reticolare d'acciaio compensativa, vincolata a pilastri nascenti dal livello delle fondazioni;
- Eliminazione di un pilastro in falso al sottotetto di struttura 3, con contestuale demolizione della trave di colmo in c.a. e di cornicione residuo (verso la struttura non

oggetto di valutazioni), a favore di una trave in legno lamellare, analoga a quella già esistente sotto il colmo di struttura 2;

- Realizzazione di un pilastro in struttura 2, previsto nel progetto dell'epoca ma non riscontrato sul posto, al fine di migliorare la connessione con le strutture del sottotetto e scaricare parzialmente una trave del sottotetto stesso;
- Realizzazione di un altro pilastro in struttura 2, in allineamento con la trave di colmo, al fine di sostenere lo stesso colmo riportando fino in fondazione le relative sollecitazioni, con contestuale eliminazione di un setto in c.a. realizzato in falso (adiacente alla struttura non oggetto di valutazioni);
- Demolizione della trave in c.a. a sostegno di parte della copertura di struttura 4 (verso struttura 1) e dei relativi tre pilastri di sostegno, in quanto realizzati in prosecuzione dei pilastri di struttura 1 e non di struttura 4 e quindi comportanti una commistione non razionale nel percorso di scarico delle sollecitazioni;
- Per il precedente intervento, realizzazione di pilastri in posizione opportuna (su struttura 4) e di trave in acciaio di sostegno della porzione di copertura;
- Demolizione di alcuni tratti di cornicione esistente, privo di funzione statica e controproducente nella risposta delle strutture alle azioni sismiche;
- Rinforzo di alcune travi di copertura della struttura 1, la cui capacità di resistenza si è mostrata insufficiente in condizioni sismiche, per mezzo di placcaggio su ambedue le facce verticali con profili in acciaio;
- Installazione di controventi in acciaio nel sottotetto di struttura 1, nelle posizioni indicate in progetto, al fine di contenere le sollecitazioni e gli spostamenti degli elementi esistenti;
- Creazione o allargamento, in funzione della situazione allo stato di fatto, di giunti tra i corpi adiacenti, fino ad uno spessore compatibile con la somma degli spostamenti attesi per ciascuna delle strutture confinanti;
- Realizzazione di rinforzo antiribaltamento delle murature perimetrali;
- Posa di presidio antisfondellamento all'intradosso dei solai del livello rialzato e sottotetto, al fine di prevenire il possibile rischio di distacco e caduta di fondelli di laterizio, stante l'età del fabbricato e la luce di alcuni campi di solaio;

Su richiesta del Committente, sono stati previsti anche il rifacimento integrale delle pavimentazioni e dei rivestimenti (ad eccezione del locale ludico al piano seminterrato) e la tinteggiatura sia interna che esterna.

Per l'esecuzione degli interventi sono stati necessari la rimozione e la successiva posa di alcuni serramenti, la demolizione e la ricostruzione di parti di murature, sia interne che perimetrali e la rimozione ed il rimontaggio di alcune parti impiantistiche.
Nelle aree esterne è stata prevista la rimozione di tratti di fognatura bianca e della rete antincendio, in quanto interferenti con le opere, ed il successivo rifacimento degli stessi con nuovi tratti (come rappresentato negli elaborati di progetto).

Tutti gli interventi su elencati sono rappresentati in forma grafica e analitica negli elaborati progettuali costituenti il progetto esecutivo.

Si specifica che, vista la natura strettamente di carattere strutturale dell'intervento in progetto, tutti gli eventuali interventi che fossero necessari su altre componenti edilizie o impiantistiche hanno la finalità unica ed esclusiva di consentire l'esecuzione degli interventi strutturali, senza contemplare pertanto un eventuale adeguamento normativo / funzionale di tali componenti edilizie e/o impiantistiche.

7. FASI INTERFERENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Non ci sono fasi interferenti con l'attività scolastica, in quanto, vista l'invasività delle opere previste in progetto, l'esecuzione degli interventi dovrà avvenire ad edificio scolastico chiuso, come previsto nel piano di sicurezza e coordinamento.

<u>Nel piano di sicurezza e coordinamento e nel cronoprogramma sono state individuate nel dettaglio le fasi temporali dell'intervento, suddiviso nelle singole lavorazioni.</u>

8. QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO ESECUTIVO

Per la valutazione economica dell'intervento si è utilizzato il Prezzario della Regione Piemonte - edizione 2018 (di cui alla D.G.R. 2 febbraio 2018, n. 6-6435), per le voci in esso contemplate.
Per le categorie di opere non contemplate nel suddetto prezzario, si è ricorso a specifiche analisi dei prezzi, anche attraverso il supporto di Prezzari di altre Regioni, e specificamente:

- Prezzario Regione Emilia-Romagna ed. 2018 (Delibera di Giunta Regionale n. 512 del 09/04/2018);
- Prezzario Regione Lombardia ed. 2019 (Delibera di Giunta Regionale n. XI/1129 del 28/12/2018);

Data la particolarità degli interventi e l'incertezza insita nella definizione puntuale delle lavorazioni su manufatti esistenti, alcune valutazioni riportate nel progetto potrebbero rivelarsi, all'atto esecutivo, insufficienti per effettuare completamente l'opera prevista, a causa di situazioni impreviste ed imprevedibili.

Nell'ipotesi sopra delineata, è possibile ricorrere, a seguito di specifiche autorizzazioni comunali, alle residue somme destinate ad imprevisti, o all'eventuale ribasso d'asta, qualora si manifestasse in sede di gara.

9. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

I tempi necessari alla realizzazione dell'intervento, così come descritto nel cronoprogramma sono stabiliti in **365** giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di inizio lavori.

Cantalupa, lì .....

Il progettista