

Comune di LA SPEZIA

**STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO – ECONOMICA
INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO / ADEGUAMENTO
SISMICO**

- **ISTITUTO SCOLASTICO “CAPELLINI”**
- **ISTITUTO SCOLASTICO “SAURO”**

Committente:

Amministrazione Provinciale di LA SPEZIA

Il progettista

dr.ing.Andrea Madini Moretti

n.14113 Albo Ingg.Prov.MI



INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1. OGGETTO E SCOPI	3
1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
1.3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2. INFORMAZIONI SULLA STRUTTURA E LIVELLO DI CONOSCENZA	7
2.1. LIVELLI DI CONOSCENZA	7
2.2. MATERIALI, ANALISI DEI CARICHI E CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	7
2.3. AGGIORNAMENTO NORMATIVO – NTC18.....	7
3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE FUTURA.....	8
4. PROSPETTO ECONOMICO	9

1. INTRODUZIONE

1.1. Oggetto e scopi

Il plesso scolastico oggetto degli interventi di miglioramento/adequamento sismico, è costituito da una serie di edifici posti in contiguità/continuità strutturale. Nello specifico gli istituti scolastici di riferimento risultano l'istituto "Capellini" e l'istituto "Sauro" posti all'interno delle vie Aurelia, Giacomo Doria, Viale San Bartolomeo e via Aurelio Saffi nel Comune di La Spezia.

L'accesso all'istituto "Capellini" avviene da via Giacomo Doria, mentre le vie di fuga di cui è dotato sono prospicienti via San Bartolomeo e via Aurelio Saffi e due verso la corte interna.

Visivamente l'istituto è composto da tre grandi corpi di fabbrica chiaramente distinguibili per collocazione planimetrica e differenti altezze.

Il primo (evidenziato in giallo in figura 1.1) presenta uno sviluppo planimetrico lungo le direttrici delle strade su cui si affaccia (che formano un angolo di circa 45°) e si innesta ortogonalmente al corpo di fabbrica sede dell'istituto "N. Sauro". In alzato si sviluppa in parte su tre livelli (porzione prospiciente via S. Bartolomeo) e in parte su quattro livelli (porzione prospiciente via Doria ove è sito l'accesso principale). L'interpiano medio è 4m e più precisamente le quote di calpestio dei solai sono le seguenti:

- piano terra +0.00m
- piano primo +5.20m
- piano secondo +9.10m
- piano terzo +12.90m

Il secondo (evidenziato in rosso in figura 1.1) presenta uno sviluppo planimetrico irregolare ed è compreso tra il primo corpo di fabbrica e le vie San Bartolomeo e Giacomo Doria su cui si affaccia. In alzato si sviluppa su un livello e la porzione principale di esso presenta un lucernario da cui prende luce la zona centrale dello stesso. L'intradosso del piano di copertura risulta a una quota di 4.80m rispetto al piano di calpestio.

Il terzo (evidenziato in verde in figura 1.1) è planimetricamente più esteso dei precedenti, presenta uno sviluppo planimetrico regolare, a pianta quadrangolare (circa 4500 m²), e risulta collegato tramite un solaio di copertura all'adiacente "N.Sauro" e al corpo principale del "Capellini" tramite un corridoio. In elevazione si sviluppa su un solo livello, con una quota della copertura di circa 5.60m. Lo stesso solaio di copertura presenta una serie di lucernari da cui prendono luce gli ambienti interni come risulta evidente dalla figura 1.1.



Fig. 1-1 Vista aerea sud

Si osserva che l'edificio principale (evidenziato a tratteggio giallo nella Fig. 1-1) non presenta soluzione di continuità né volumetrica, né strutturale con l'adiacente istituto nautico "N. Sauro".

Si precisa infine che la costruzione del plesso scolastico, realizzato in fasi successive, avvenne a partire dagli anni '60.

Relativamente al primo corpo di fabbrica, esso presenta uno schema delle strutture verticali perimetrali ben identificabile dalla sola osservazione del prospetto (vedi Fig. 1-2 Fig. 1-2)



Fig. 1-2 Prospetto interno lato cortile

Le strutture verticali vedono a piano terra una serie di pilastri posti a 4,6m di distanza su cui poggia una trave ribassata di sezione 30x50cm. Ai piani superiori il passo dei pilastri è un terzo di quello a piano terra e la sezione dei pilastri stessi diventa 12x60cm.

L'istituto "Sauro" dal punto di vista strutturale è caratterizzato da una struttura portante costituita da telai in calcestruzzo armato (Fig. 1-3). L'edificazione originaria risale a prima del 1971 e, per un blocco realizzato in ampliamento, alla seconda metà degli anni '80, in un periodo antecedente alla classificazione del Comune della Spezia tra le zone sismiche.



Fig. 1-3 Vista istituto Sauro

L'intero complesso in oggetto risulta suddiviso in più corpi ben distinti e divisi da giunti. Tali giunti, tuttavia, risultano di dimensioni inadeguate ad evitare l'effetto di martellamento tra le strutture, in caso di oscillazione sismica; essi infatti presentano spessore compreso tra 2-3 cm lungo tutta l'altezza.

- Il corpo A risulta disposto su quattro livelli di piano tutti fuori terra; presenta un'altezza netta interna di 4,08 m al primo piano, di 3,70 m circa nei piani intermedi e di 5,00 m circa all'ultimo piano. Dal punto di vista planimetrico l'edificio ha una forma regolare di dimensioni massime di 45,30x11,05 m circa al piano terra e di 45,30x13,15 m circa dal primo piano essendoci una porzione della struttura a sbalzo.
- Il corpo B risulta disposto su quattro livelli di piano tutti fuori terra; presenta un'altezza netta interna di 4,08 m al primo piano e di 3,70 m circa nei piani rimanenti. Dal punto di vista planimetrico l'edificio ha una forma regolare di dimensioni massime di 24,30x11,05 m circa.
- Il corpo C risulta anch'esso disposto su quattro livelli di piano tutti fuori terra; presenta un'altezza netta interna di 4,08 m al primo piano e di 3,70 m circa nei piani rimanenti. Dal

punto di vista planimetrico l'edificio ha una forma regolare di dimensioni massime di 16,60x11,05 m circa.

- Il corpo D, realizzato in ampliamento nella seconda metà degli anni '80, risulta invece disposto su due soli livelli di piano tutti fuori terra; il primo presenta un'altezza netta interna di 4,08 m, mentre il secondo di 3,70 m circa. Dal punto di vista planimetrico l'edificio ha una forma regolare di dimensioni massime di 16,90x28,65 m circa.
- Il corpo E comprende sia la palestra dell'istituto Sauro con relativi spogliatoi e spazi di disimpegno, oltre ai locali tecnici.

1.2. Normative di riferimento

Le verifiche sono svolte in accordo alle seguenti normative:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale, precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- D.L. 6 giugno 2012, n. 74, coordinato con Legge di conversione 1 agosto 2012, n. 122, recante: "Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012."
- D.G.R. 30 marzo 2016, n. X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015).
- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

Le analisi e le verifiche strutturali verranno condotte in accordo al D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) e alla relativa Circolare (qualora venisse pubblicata, in alternativa si farà riferimento alla circolare del 2 febbraio 2009). Tali analisi verranno condotte secondo il metodo agli stati limite e con particolare riferimento alle procedure indicate dalla normativa per gli edifici esistenti.

1.3. Documenti di riferimento

Per le valutazioni progettuali si fa riferimento agli studi eseguiti negli anni 2009 e 2010 che riguardano la vulnerabilità sismica e la progettazione preliminare delle opere in oggetto, nonché i relativi elaborati grafici prodotti.

2. INFORMAZIONI SULLA STRUTTURA E LIVELLO DI CONOSCENZA

2.1. Livelli di Conoscenza

In accordo agli elaborati sopra citati verranno assunti i livelli di conoscenza definiti durante la precedente fase progettuale. Si sottolinea fin da subito che, dato l'elevato grado di vulnerabilità ottenuto, soprattutto per le unità strutturali relative all'istituto "Capellini", non sarebbe conveniente, sia economicamente che "praticamente", spingersi ad un livello di indagini troppo dettagliato in quanto il maggior numero di indagini richieste non porterebbe ad ottenere incrementi proporzionalmente significativi negli esiti delle verifiche strutturali (è facile intuire ad esempio che per edifici esistenti in c.a., non progettati per incassare le azioni sismiche, poco cambia dal punto di vista dei presidi progettuali se il "coefficiente di vulnerabilità sismica" allo s.d.f. risulti pari a 0.1 oppure 0.2). Inoltre, gli interventi necessari per ottenere un miglioramento/adeguamento sismico, relativi alla fase di progettazione, risultano all'incirca i medesimi sia che si consideri ad esempio un iniziale livello di conoscenza LC2 o LC3, pertanto il valore economico associato ad essa risulta pressoché inalterato.

2.2. Materiali, analisi dei carichi e caratterizzazione sismica

Si rimanda ai rispettivi paragrafi delle sopracitate relazioni progettuali.

2.3. Aggiornamento normativo – NTC18

Sono state di recente approvate le **nuove NTC18** (a cui seguirà la **circolare esplicativa** che conterrà, come la sua analoga del 2009, integrazioni e specifiche applicative al documento principale). Si pone in evidenza fin da subito che le nuove norme tecniche (NTC18) definiscono un aspetto molto significativo. Per gli edifici esistenti di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ (rapporto tra capacità e domanda sismica), a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1. Quanto riportato permette di concludere che se si volesse procedere alla realizzazione di interventi senza voler raggiungere l'adeguamento sismico, ma limitandosi "solo" ad un miglioramento sismico, gli interventi dovrebbero porsi come obiettivo minimo quello di giungere ad un moltiplicatore critico pari a 0,6. Pertanto, in accordo con le nuove norme tecniche, è accettato che per interventi realizzati su edifici scolastici si raggiunga un miglioramento delle strutture in riferimento a soglie minime prefissate.

Un altro aspetto rilevante è quello per cui rispetto alle NTC 2008, dove per adeguamento si intendeva portare sempre al 100% il rapporto tra capacità e domanda, la nuova normativa individua alcune situazioni (legate alla tipologia di intervento effettuato) per cui l'adeguamento è raggiunto all'80%. Quanto detto (a meno di ulteriori specifiche definite nella futura circolare esplicativa) implica una conseguenza molto importante: se su determinate tipologie di intervento realizzate su edifici esistenti è ammesso $\zeta \geq 0,80$ come adeguamento, è conseguenza logica che per un edificio esistente generico (sul quale non si interviene) deve essere accettata, almeno, la stessa soglia minima. Si conclude pertanto che un qualsiasi edificio esistente, non oggetto di interventi, possa essere considerato adeguato se caratterizzato da ζ pari ad almeno 0.8. Pertanto, è possibile

individuare separatamente le singole unità strutturali (soprattutto quelle relative all'istituto "Sauro" caratterizzate da vulnerabilità "minori") per le quali tale soglia venga raggiunta allo stato di fatto, senza avere la necessità di alcun intervento progettuale.

Inoltre, in accordo al cap.8.3 delle NTC18 *"la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti"*. Dal momento che trattasi di edifici in classe d'uso III, le verifiche agli SLE e i relativi interventi progettuali prospettati possono essere omessi.

Un ultimo aspetto di particolare interesse è quello relativo alle fondazioni negli edifici esistenti. Questa tematica è sempre stata molto delicata da affrontare per via della particolarità e difficoltà di studio ad esse associato. Le NTC18 rimarcano un principio di notevole importanza legato all'obbligatorietà di eseguire lo studio delle fondazioni solo per determinate condizioni esposte nella norma stessa. Pertanto, dato che in fase di studio di vulnerabilità e progettazione preliminare, le fondazioni non sono state oggetto di studio per alcuni edifici, si dovrà valutare singolarmente, "caso per caso", ogni singola unità strutturale al fine di capire se, in conformità con quanto definito a livello normativo, si debbano verificare o meno tali elementi.

3. ANALISI DELLO STATO DI FATTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE FUTURA

Come esposto in precedenza, dagli studi di vulnerabilità sismica e progettazione preliminare realizzati, si evince come gli edifici facenti parte dell'istituto "Capellini", risultino caratterizzati da una marcata vulnerabilità; la situazione risulta migliore, invece, per quanto riguarda le strutture relative all'istituto "Sauro". Detto ciò, partendo dagli elaborati progettuali, si considera plausibile una riduzione delle spese di intervento a seguito di una differenziazione delle scelte d'intervento adottate. Si presume infatti la possibilità di realizzare elementi sismo-resistenti, laddove necessari, posti in posizioni strategiche che permettano una riduzione dell'impatto economico degli stessi. Ad esempio, per gli edifici 1-2 relativi all'istituto "Capellini", l'idea progettuale è quella di sostituire i setti esterni con delle controventature da realizzare lungo le pareti interne che permettano di ottenere un minor impatto economico nella fase realizzativa. Nell'unità strutturale 6, la necessità di introdurre pali di fondazione (elementi costosi dal punto di vista realizzativo) può essere superata grazie all'inserimento di una più diffusa controventatura che permetta di ottenere delle "forze sismiche" di intensità minore che possono essere trasmesse al terreno senza la necessità dell'esecuzione dei pali. L'obiettivo progettuale, da definire in conformità con le novità normative precedentemente esposte, verterà pertanto sul creare delle strutture sismo-resistenti "nuove" che si facciano carico dell'intera azione sismica presente in posizione e misura tale da minimizzare sia l'aspetto economico, sia edilizio, sia strutturale. Pertanto, in virtù dei benefici ottenibili a livello normativo e grazie ad una redistribuzione degli elementi aggiuntivi atti ad incassare l'azione sismica, si prevede un ammontare complessivo della spesa pari a 1.850.000€, in accordo con il prospetto economico riportato al capitolo 4.

In virtù delle risorse economiche totali disponibili è poi possibile, in fase esecutiva, scegliere di focalizzare gli interventi sugli edifici caratterizzati da maggiori criticità, in modo da innalzare in modo

uniforme il livello di sicurezza, tenendo presente la soglia del 60% individuata da NTC18 come obiettivo minimo per il miglioramento degli edifici scolastici.

4. PROSPETTO ECONOMICO

Istituto "Capellini"	
U.S. 1	215.000 €
U.S. 2	400.000 €
U.S. 3	420.000 €
U.S. 4a) 4b) 4c)	185.000 €
U.S. 5	15.000 €
U.S. 6	295.000 €
Istituto "Sauro"	
U.S. complessive	320.000 €
Totale	1.850.000 €

Con la precisazione che detti importi sono da intendersi al netto di IVA e comprendono gli oneri per la sicurezza.