

**RISTRUTTURAZIONE CON MIGLIORAMENTO SISMICO
SCUOLA AOSTA
codice: A_180 anno 2022**



DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

Progettista
Ermes Torreggiani ingegnere
Responsabile del Procedimento
Ermes Torreggiani ingegnere

Reggio Emilia, Marzo 2020

Indice generale

DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE.....	3
BISOGNI DA SODDISFARE.....	7
SCELTA DELLE ALTERNATIVE.....	7
CRITICITÀ.....	8
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	8
FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO.....	8
SUDDIVISIONE IN LOTTI.....	9
STIMA SOMMARIA.....	9
FABBISOGNO FINANZIARIO E QUADRO ECONOMICO.....	9
LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE.....	10
CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE.....	11
MODALITÀ DI APPALTO.....	11

DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

L'edificio che ospita la scuola secondaria di 1° grado statale "A. S Aosta" è composto di 24 classi per l'insegnamento curricolare più 2 palestre, 2 laboratori di arte e immagine, 2 laboratori di musica, 1 laboratorio di scienze, 1 laboratorio di informatica con PC collegati in rete, 1 sala multimediale e un'Aula per inclusione scolastica.

Dati dimensionali principali: Sup. lotto: 9.221m² Sup. coperta: 3.286m² Sup. calpestabile: 4.357m² Sup. lorda: 5.123m² Volume lordo 20.500m³

È adeguatamente inserito nel contesto urbano esistente e risulta facilmente accessibile sia ciclopeditalmente perché è adiacente alla rete ciclopeditale principale della città, sia veicolarmente poiché si trova nei pressi del centro storico.

È accessibile e fruibile da parte dei diversi utenti, comprese le persone con disabilità.



È facilmente accessibile dai mezzi di soccorso (ambulanze) e dai mezzi di pronto

intervento (Polizia, Vigili del Fuoco, ecc.).

- **L'edificio, costruito nel 1964 e 1967, è costituito da 5 corpi di fabbrica o unità strutturali:**
US 1 Aule e archivio seminterrato (1967): questa unità è formata da un piano seminterrato e da tre piani fuori terra ed è strutturalmente realizzata con struttura mista costituita da un telaio esterno in cemento armato e muratura interna portante a vista. I solai sono realizzati con travetti e pignatte con luce massima di appoggio di circa 10 m. I tamponamenti sono in laterizio blocchi UNI. Il solaio di copertura è in travetti e pignatte a due falde. Il corpo scala è in cemento armato tamponato con muratura in laterizio;
- **US 2 Atrio (1967):** questa unità è formata da unico piano a doppio volume in altezza ed è strutturalmente realizzata con una struttura intelaiata, pilastri e travi, in cemento armato a diverse altezze e finestrate tra le pilastrate.
- **US 3 Uffici di presidenza, palestra piccola, spogliatoi, aule (1964):** questa unità è formata da un blocco aule in elevazione simile all'US1 ma strutturalmente collegata al corpo basso della presidenza attraverso il corridoio che scarica in parte uguali su due volumi di altezze diverse. Il blocco uffici presidenza e palestra è costituito da due blocchi rettangolari aventi dimensioni in pianta di circa 20 x 10 m h= 4.85 m e maglia di pilastri ripetuta e dimensione dei pilastri 30 x 40 cm. Tra i due blocchi sono stati realizzati gli spogliatoi aventi solaio di copertura a vari livelli in cui sono state inserite le finestrate per dare luce ai locali spogliatoi e bagni. I solai sono piani e realizzati in travetti e pignatte in laterizio luce massima solaio circa 10 m.
- **US 4 Aula polivalente e aule speciali (informatica, musica, ..) (1967):** struttura intelaiata avente volumi di altezza differenti contornati da travi di cemento armato in cui sono inseriti i serramenti, altezze delle due tipologie di solaio in travetti e pignatte sono h= 2.58 cm e H 3.58 cm. Dimensione pilastri 30x30 cm;
- **US 5 Palestra grande e spogliatoi (1967):** in cemento armato avente pilastri principali di dimensioni 40x50 e altezza h = 6.90 nella zona centrale, copertura con lastre prefabbricate in cemento, mentre il perimetro laterale risulta con copertura piana e ribassata a quota 3.53 cm in travetti e pignatte e pilastri perimetrali avente dimensioni 30x30 cm.

Le strutture si presentano in buono stato di conservazione, non risultano evidenti particolari segni di degrado, ad esame visivo il calcestruzzo strutturale appare compatto e privo di fessurazioni degne di nota. Lo stato manutentivo delle coperture e della regimazione delle acque induce a escludere la presenza di infiltrazioni dannose per le strutture.

Nel 2017 è stata affidato l'incarico per la redazione dell'Analisi di vulnerabilità sismica

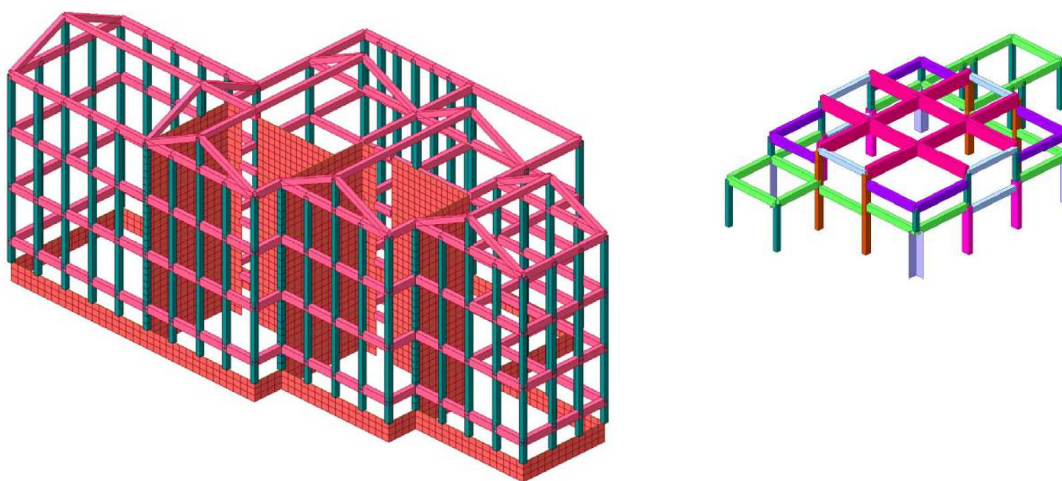
all'ing. Luca Forti, professionista specializzato nella redazione di calcoli strutturali. L'ingegnere ha eseguito la modellazione strutturale analizzando le 5 strutture con modelli matematici distinti, secondo quanto previsto dalla normativa vigente come sinteticamente riportato nel seguito.

Materiali: per quanto riguarda il livello di conoscenza si è raggiunto un livello di conoscenza LC1 quindi con fattore di confidenza 1.35. Per le proprietà meccaniche si è fatto riferimento ai materiali di uso comune per l'epoca di realizzazione. Ai fini della verifica e conferma delle proprietà meccaniche dei materiali non sono state eseguite prove di controllo.

Le fondazioni sono esistenti quindi, non essendo state riscontrate lesioni da cedimenti differenziali o comunque riconducibili a dissesti in fondazione, non cambiando lo schema statico strutturale e soprattutto non modificando i carichi agenti in fondazione, per l'edificio oggetto di studio è stata legittimamente omessa la verifica delle fondazioni anche perché l'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la causa dei danneggiamenti sismici come si osserva nei rilevamenti post-sisma.

L'analisi delle strutture è stata effettuata mediante la realizzazione di un modello di matematico basato sulla teoria degli elementi finiti. Attraverso l'utilizzo di un codice di calcolo commerciale (Midas Gen 2015 v2.3 codice licenza U001-07682.) è stato definito un modello tridimensionale completo. Gli elementi utilizzati per la discretizzazione spaziale sono di tipo monodimensionali ("beam" o "truss") a 2 nodi per travi, pilastri o controventi. È stata effettuata un'analisi spettrale, applicando lo spettro di progetto relativo allo SLV (Stato limite Ultimo di salvaguardia della Vita), come definito dalla normativa vigente.

Modello matematico delle unità strutturale 1 e 2



Al fine di analizzare il comportamento dinamico della struttura, è stata condotta un'analisi dinamica modale considerando i primi 20/30 (a seconda delle unità strutturali) modi di vibrazione. La combinazione dei modi, al fine di calcolare sollecitazioni e spostamenti

complessivi, è stata effettuata adottando una combinazione di tipo CQC.

Il riferimento per la descrizione del moto sismico è costituito dallo spettro di risposta elastico, indicato nella Normativa vigente (D.M. 14/01/2008). Il moto orizzontale è considerato composto da due componenti indipendenti (chiamate X e Y) caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. Per definire correttamente lo spettro di risposta elastico è necessario identificare la categoria del sottosuolo che le indagini geognostiche eseguite hanno permesso di definire in categoria C.

Ai fini della determinazione dello spettro di progetto dell'azione sismica, sono stati scelti i seguenti parametri:

- Vita nominale della costruzione: $V_n \geq 50$ anni;
- Classe d'uso III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi) a cui corrisponde un coefficiente d'uso $C_u = 1.5$.

Ne consegue che:

- Il Periodo di riferimento risultante per la costruzione è $V_r = V_n \times C_u = 75$ anni
- In relazione allo Stato limite Ultimo di salvaguardia della Vita (SLV), il periodo di ritorno risultante per la definizione dell'azione sismica è di 712 anni.
- La probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r e per lo stato limite considerato è pari al 10%.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono state poi effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.

Nelle costruzioni esistenti in cemento armato o in acciaio soggette ad azioni sismiche viene attivata la capacità di elementi e meccanismi resistenti, che possono essere "duttili" o "fragili". I meccanismi duttili possono essere attivati in maniera diffusa su tutta la costruzione, oppure in maniera non uniforme.

La plasticizzazione di un elemento o l'attivazione di un meccanismo duttile in genere non comporta il collasso della struttura. I meccanismi fragili possono localizzarsi in qualsiasi punto della struttura e possono determinare il collasso dell'intera struttura.

Gli elementi ed i meccanismi resistenti sono classificati in:

- Duttili: travi, pilastri e pareti inflesse con e senza sforzo normale;
- Fragili: meccanismi di taglio in travi, pilastri, pareti e nodi.

Nel caso di analisi dinamica lineare con fattore q , tutti gli elementi strutturali duttili e fragili devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta dal fattore di struttura sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

Verifiche di sicurezza: L'analisi dinamica lineare con spettro di risposta ha permesso di calcolare le azioni agenti sugli elementi strutturali in caso di sisma. Si sono potute così eseguire le verifiche di sicurezza in corrispondenza di travi e pilastri.

Quindi si è potuto determinare l'indice di rischio sismico IS-V in termini di accelerazione di

picco al suolo (Pga) per le varie unità strutturali e per gli elementi strutturali più critici:

- US 1 Aule e archivio seminterrato (1967): IS-V1 =36,03% travi sollecitate a taglio e pilastri sollecitati a pressoflessione;
- US 2 Atrio (1967): IS-V2=37,99% travi sollecitate a taglio ;
- US 3 Uffici di presidenza, palestra piccola, spogliatoi, aule (1964): IS-V3=14,13% travi sollecitate a taglio e pilastri sollecitati a pressoflessione;
- US 4 Aula polivalente e aule speciali (informatica, musica, ..) (1967): IS-V4=36,03% pilastri sollecitati a pressoflessione;
- US 5 Palestra grande e spogliatoi (1967): IS-V5=18,44% pilastri sollecitati a taglio, travi sollecitate a flessione , travi sollecitate a taglio e pilastri sollecitati a pressoflessione.

BISOGNI DA SODDISFARE

Poiché l'indice di rischio sismico IS-V è inferiore al 60% è necessario un intervento di miglioramento sismico.

Dall'analisi di vulnerabilità sismica emerge che per portare l'indice di rischio sismico IS-V ad essere superiore al 60% è necessario:

- Incrementare la resistenza e la duttilità dei nodi delle strutture intelaiate;
- Aumentare la resistenza a flessione e a taglio delle travi e dei pilastri;
- Ancorare i tamponamenti alla struttura principale.

Nel momento in cui si interviene con il miglioramento sismico si rende necessario anche sostituire parzialmente le finiture dell'edificio sia perché si danneggeranno durante i lavori strutturali sia perché sono ormai obsolete.

SCELTA DELLE ALTERNATIVE

Le alternative principali sono due:

1. **migliorare sismicamente e ristrutturare l'edificio esistente;**
2. **demolire l'edificio e ricostruirne uno nuovo.**

È stata individuata l'alternativa 1 come la soluzione che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire, per le motivazioni che vengono descritte nel seguito.

Motivazioni della scelta di migliorare sismicamente e ristrutturare l'edificio esistente:

Il Comune di Reggio Emilia ha improntato la propria politica urbanistica al rispetto, alla tutela ed alla valorizzazione del territorio, ponendosi fra gli obiettivi prioritari anche la salvaguardia, la valorizzazione e il recupero del patrimonio edilizio esistente, obiettivi che consentono di non "appesantire" il territorio stesso con nuove costruzioni e di impedire il consumo di suolo agricolo per nuove costruzioni edilizie.

In questa ottica si pone questo progetto che raggiunge sia l'obiettivo di valorizzare una risorsa esistente e sia di non consumare ulteriore suolo.

I vantaggi ambientali ed economici sono assolutamente evidenti, ricostruire significherebbe:

- consumo di nuovo suolo agricolo perché non sarebbe possibile ricostruire l'edificio sullo stesso sedime senza interrompere l'attività scolastica per il tempo necessario per demolire e poi ricostruire;
- tempi molto lunghi di demolizione dell'edificio esistente, costruzione del nuovo edificio e nel contempo riconversione dell'area scolastica attuale;
- spostamento dell'attività scolastica ed anche sportiva in altre zone lontane dal centro storico;
- costi superiori, compresi acquisto dell'area e opere di urbanizzazione, cioè parcheggi, strada accesso, marciapiedi, ..., si potrebbero avvicinare indicativamente : nuovo edificio ($5.100\text{m}^2 \times 2.000\text{€/m}^2$) + acquisto area ($9200\text{€} \times 100\text{€/m}^2$) + parcheggi (100 posti auto $\times 3.000\text{€/posto auto}$) = circa 12 milioni di euro.

CRITICITÀ

La presenza dell'attività scolastica renderà necessario procedere con più stralci attuativi consecutivi in modo da mantenere l'attività scolastica spostando solo alcune classi per volta.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

IL progetto dovrà prevedere lavori di:

- Completamento: Connessione di elementi esistenti, ancoraggio, controventatura di componenti esistenti, ...
- Rinforzo ed irrigidimento: Pareti, contrafforti, rinforzo impalcati esistenti, ...
- Miglioramento capacità deformativa: Confinamento, rinforzo pilastri, riduzioni locali di rigidità, appoggi supplementari;
- Rifacimento delle finiture.

FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO

L'intervento dal punto di vista edilizio si configura come RRE "interventi di ristrutturazione edilizia, cioè gli interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi

elementi ed impianti”.

È fattibile perché:

- Le risorse economiche e finanziarie per realizzare l'opera sono state stanziare, cioè sono state inserite nel Programma Triennale dei Lavori Pubblici 2020-2022 del Comune di Reggio Emilia e sono previste nel bilancio annuale 2022 del Comune di Reggio Emilia di prossima approvazione;
- La proprietà dell'edificio è comunale;
- è conforme dal punto di vista edilizio-urbanistico;
- Non ci sono vincoli ambientali o di altro genere che impediscano la realizzazione dell'intervento;
- Non ci sono preesistenze archeologiche;
- L'intervento rispetta la legislazione in materia di requisiti igienico-sanitari, di prestazioni energetiche degli edifici e di prevenzione incendi, di accessibilità e di superamento delle barriere architettoniche;

SUDDIVISIONE IN LOTTI

I lavori di cui al presente progetto sono da eseguirsi in un unico lotto in quanto la suddivisione non è possibile.

STIMA SOMMARIA

LAVORI DA REALIZZARE	PARAMETRO (superficie, a corpo)	COSTO PARAMETRICO	COSTO LAVORI
Miglioramento sismico	5100,00 m ²	200 €/m ²	€ 1.020.000,00
Rifacimento parziale finiture	5100,00 m ²	60 €/m ²	€ 306.000,00
TOTALE LAVORI			€ 1.326.000,00

FABBISOGNO FINANZIARIO E QUADRO ECONOMICO

Il fabbisogno finanziario per la realizzazione dell'opera è di 1.600.000,00€ come dettagliato nel seguente Quadro Economico.

Codici	DESCRIZIONE DELLE VOCI	IMPORTI SINGOLE VOCI	TOTALI
A LAVORI A BASE D'ASTA			
A.1	Lavori di miglioramento sismico e rifacimento parziale delle finiture	€ 1.326.000,00	
A.2	Oneri per la sicurezza (2%)	€ 26.520,00	

TOTALE LAVORI A BASE D'ASTA			€ 1.352.520,00
B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			
B.1	I.V.A sui LAVORI (10% perché ristrutturazione edilizia)	€ 135.252,00	
B.2	Spese tecniche Progettazione Strutturale, Impiantistica e Coord. Sicurezza (IVA 22% e 4% CNPAIA comprese)	€ 74.338,60	
B.3	Incentivo x funzioni tecniche dipendenti pubblici Art.113 c.1 D.Lgs 50/2016 (1,0%)	€ 13.525,20	
B.4	Contributo ANAC, Imprevisti, allacciamenti e arrotondamenti	€ 24.314,20	
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			€ 247.480,00
TOTALE			€ 1.600.000,00

LIVELLI DELLA PROGETTAZIONE

La progettazione sarà articolata secondo due livelli di successivi approfondimenti tecnici, il progetto di fattibilità tecnica ed economica e il successivo progetto esecutivo.

Si ritiene che non sia necessario il livello definitivo considerato che il progetto strutturale si può sviluppare direttamente a livello esecutivo.

La progettazione deve assicurare:

- il soddisfacimento dei fabbisogni della collettività;
- la qualità architettonica e tecnico funzionale e di relazione nel contesto dell'opera;
- la conformità alle norme ambientali, urbanistiche e di tutela dei beni culturali e paesaggistici, nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza;
- un limitato consumo del suolo;
- il risparmio e l'efficientamento ed il recupero energetico nella realizzazione e nella successiva vita dell'opera nonché la valutazione del ciclo di vita e della manutenibilità delle opere;
- la razionalizzazione delle attività di progettazione e delle connesse verifiche attraverso il progressivo uso di metodi e strumenti elettronici specifici quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture;
- la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica dell'opera;
- l'accessibilità secondo quanto previsto dalle disposizioni vigenti in materia di barriere architettoniche.

CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Progettazione

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Da inizio NOVEMBRE 2020 a fine DICEMBRE 2020 (2 mesi)
Affidamento incarico progettazione esecutiva	da inizio GENNAIO 2021 a fine GENNAIO 2021 (1 mese)
Progetto Esecutivo	da inizio FEBBRAIO 2021 a fine LUGLIO 2021 (7 mesi)

Appalto / Esecuzione Lavori

Gara d'appalto	da LUGLIO 2021 a SETTEMBRE 2021 (3 mesi)
Contratto	da SETTEMBRE 2021 a NOVEMBRE 2021 (3 mesi)
Inizio lavori	GIUGNO 2022
Fine lavori	AGOSTO 2023 (15 mesi)

Collaudo / Autorizzazioni

Collaudi	AGOSTO 2023
Autorizzazioni	AGOSTO 2023

MODALITÀ DI APPALTO

Ai fini dell'aggiudicazione dell'appalto la procedura di scelta del contraente sarà di tipo aperto con pubblicazione di un bando aperto a tutti gli operatori economici in possesso dei requisiti.

Trattandosi di un appalto di lavori, l'appalto sarà affidato ponendo a base di gara il progetto esecutivo.

Il criterio di aggiudicazione sarà l'offerta economicamente più vantaggiosa.

Il Progettista e Responsabile Unico del Procedimento
ing. Ermes Torreggiani