



COMUNE DI FONTEGRECA

Provincia di CASERTA

MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO SISMICO DI UN EDIFICIO SCOLASTICO
DA ADIBIRE A STRUTTURA STRATEGICA AI FINI DELLA
PROTEZIONE CIVILE (C.O.C)
PROGETTO ESECUTIVO (art. 23 D.Lgs 50/2016)

OGGETTO: Relazione sugli interventi di miglioramento/adeguamento sismico

COMMITTENTE: Amm. Comunale di Fontegreca

Scala:

ALLEGATO D.1

LOCALITA' INTERVENTO

Via Restaurazione

Visto: Il Sindaco

Data:

Dicembre 2016

Agg.to:

IL PROGETTISTA

Dr. Ing. Emilio PERRINO

Studio Di Progettazione E Calcolo

Via Ceraselle la trav. - 81059 CAIANELLO (CE)

TEL 0823.922433

FAX 0823.922433

RELAZIONE SUGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO SISMICO

Gli obiettivi erano quelli di studiare la struttura esistente, capirne le carenze e le deficienze e mettere in campo gli interventi più idonei per fronteggiare la problematica sismica.

Nei confronti delle strutture esistenti l'approccio da prevedere è quello di tipo "clinico" eseguendo una associazione di idee alla scienza medica. Sfruttando questo paragone si può confrontare la struttura portante, o in generale l'architettura tecnica, allo scheletro umano e alla anatomia descrittiva, la scienza e la tecnica delle costruzioni alla fisiologia, il risanamento strutturale alla ortopedia, la tecnologia dei materiali alla biochimica.

Le fasi sono:

fase diagnostica:

- ^ **Anamnesi** → analisi, dissesti, analisi fessurativa.
- ^ **Livello di conoscenza** → rilievo geometrico strutturale di dettaglio, analisi materiali
- ^ **Valutazione di vulnerabilità** → analisi strutturale:

fase terapeutica:

- ^ **Funzione della struttura** → importanza strategica dell'edificio
- ^ **Obiettivi da raggiungere** → miglioramento o adeguamento sismico
- ^ **progettazione degli interventi** → interventi congeniali e funzionali
- ^ **Valutazione di vulnerabilità post intervento** → analisi strutturale:

Nell'ambito di una filosofia di riqualificazione totale dell'edificio che l'Amministrazione Comunale vuole non solo riqualificare per l'aspetto funzionale ma anche, nell'ottica di prevenzione del rischio sismico, rendere l'edificio struttura strategica ai fini della protezione civile, per cui si è preoccupata in passato dei problemi inerenti la stabilità della struttura e sono state eseguite indagini (strutturali, geologiche e geotecniche) che se pure non sufficienti per avere un "livello di conoscenza" così come definito dalle NTC 2008 adeguato hanno fornito allo scrivente una solida idea e un fermo convincimento del tipo di struttura con la quale si operava. Le indagini eseguite hanno messo in risalto una uniformità disarmante dei risultati così da ritenere, attesa anche l'epoca di realizzazione della struttura (anni '70), che la struttura sia stata concepita nel perfetto rispetto delle regole del tempo e che il dimensionamento sia stato eseguito solo sugli elementi strutturali ritenuti più rappresentativi dal progettista dell'epoca.

Una volta ricevuti gli studi e le analisi e le prove effettuate sulla struttura esistente si eseguito un rilievo strutturale di dettaglio e analisi del quadro fessurativo e dei dissesti in atto.

L'inquadramento della struttura oltre ai materiali di scarsa qualità per la concezione strutturale moderna alimentano nello scrivente da subito il giudizio che la struttura non è adeguata per l'aspetto sismico e necessita di interventi per assurgere il ruolo di struttura strategica.

Le analisi strutturali dello stato di fatto anno dimostrato quanto sopra ritenendo che la capacità massima in rapporto alla domanda di accelerazione sismica dell'edificio sia non superiore al 30% .

L'analisi eseguita ha tenuto in conto l'importanza della struttura e l'incidenza economica delle decisioni conseguenti agli interventi di miglioramento/adequamento proposti. Per questo motivo le risultanze delle verifiche effettuate sono state valutate attentamente in senso critico senza soffermarsi solamente all'aspetto formale e al rispetto dei parametri imposti dalla normativa. A titolo di esempio un elemento con coefficiente di sicurezza $C_s=0.95$ non verificato secondo la Normativa Vigente è stato attenzionato allo stesso modo di un elemento strutturale con $C_s = 1.05$ verificato secondo la vigente Normativa. Il livello di attenzione si è poi concentrato sulla tipologia di elemento e sulla conseguenza sulla struttura di un eventuale cedimento dello stesso.

Proprio per l'importanza economica e sociale della struttura trattata e analizzata con analisi lineare dinamica ritenuta dallo scrivente maggiormente significativa della simulazione della struttura, i paletti per la valutazione della vulnerabilità sismica espressa come rapporto tra la capacità e la domanda di accelerazione richiesta sono stati:

^^ nella struttura si manifestano rotture fragili (improvvisi);

^^ nella struttura le verifiche delle sezioni duttili non soddisfatte sono tali da ingenerare una catena cinematica

^^ le sezioni non verificate presentano coefficienti di sicurezza assai inferiori al valore previsto dalla normativa cosicché è ragionevole ipotizzare l'innescio di un meccanismo di collasso oppure di inagibilità della struttura;

^^ spostamenti indotti ai piani (stato limite SLO) non compatibili con l'uso in esercizio della struttura strategica perché si verificano danneggiamenti agli elementi non strutturali (7.3.7.2 e 7.3.7.3 NTC2008)

La struttura, anche per effetto dei recenti lavori di coibentazione tecnica e di adeguamento igienico si presenta in buono stato di conservazione. Essa rispecchia in pieno l'epoca della sua concezione strutturale ed appare, sulla base della maglia strutturale, coerente con la concezione statica dell'epoca. Infatti il dimensionamento delle strutture verticali portanti è stato certamente effettuato sul metodo dell'area di influenza per cui i pilastri, per solo carico verticale hanno un tasso di lavoro accettabile compatibile con gli stati tensionali degli elementi. Allo stesso modo si può affermare che l'organismo strutturale non è stato progettato per resistere alle azioni sismiche. Infatti non si ravvisano elementi atti a contrastare adeguatamente l'azione sismica o, in caso contrario elementi atti alla dissipazione energetica con cicli isteretici come oggi si concepiscono organismi edilizi di natura rilevante. I sopralluoghi esperiti non hanno mostrato segni di dissesto, lesioni, e cedimenti differenziali che hanno indotto stati coattivi con conseguenti adattamenti plastici della struttura. Naturalmente una prima analisi numerica del modello strutturale è stata eseguita per carichi statici sulla base delle conoscenze

meccaniche e della geometria strutturale per gran parte rilevabile. Come si è potuto constatare dalle indagini eseguite sulla struttura si hanno materiali di bassa qualità e armature (con barre lisce) ridotte al minimo come era usanza dell'epoca costruttiva. Anche se l'edificio ha fondazioni con plinti isolati collegati recentemente ci si sente di escludere carenze nelle fondazioni e inadeguatezza delle stesse non fosse altro perché la struttura ha una vita di circa 50 anni e fino ad oggi non ha mostrato a livello di terreno fenomeni di plasticizzazione e deformazioni viscoplastiche apprezzabili, considerato anche che i fenomeni di consolidazione del terreno dovrebbero essere già esauriti. Dalle analisi effettuate si riscontra che le carenze strutturali principali sono dovute:

^ qualità dei materiali scadenti (cls con Rck di circa 200n kg/cmq)

^ qualità dei ferri di armatura non idonea (acciaio Feb 32k – barre lisce)

^ quantità e disposizione delle armature poco congeniale (le staffe non sono infittite ai nodi e agli appoggi delle travi e quantità rinvenute dalle prove pacometriche è apparsa assai esigua). Per quanto sopra già in fase di analisi per soli carichi permanenti si sono manifestate delle criticità relative ad alcuni elementi strutturali. Le criticità sono relative soprattutto ad alcune travi con campata lunga per le quali risultava essere non verificata in campo elastico la sezione strutturale per insufficienza di armature e scarsa resistenza del calcestruzzo. Altre criticità si sono riscontrate per travi continue su campate corte in adiacenza a campate lunghe per effetto del momento flettente di continuità e del taglio per mancanza di staffe. Questi fenomeni diventavano più importanti se veniva effettuata la traslazione del momento flettente. Fortunatamente le verifiche non soddisfatte tengono conto del fattore di confidenza alto e dei vari coefficienti di sicurezza adottati. In ogni caso tali criticità sono afferenti a sezioni locali con coefficienti di sicurezza ancora vicini all'unità e denunciano certamente ancora una riserva di adattamento in campo plastico della struttura.

I risultati ottenuti hanno confermato le ipotesi di base ed hanno efficacemente condizionato la scelta degli interventi.

La struttura non ha idonea capacità portante per le azioni orizzontali. Gli interventi hanno lo scopo di migliorare la capacità di prestazione in relazione alla domanda richiesta. In sintesi gli interventi consistono in :

- ^ Miglioramento della capacità portante dei pilastri per compressione, taglio e flessotrazione con incamiciatura con cemento fibrorinforzato e aggiunta di armature integrative;
- ^ Miglioramento della capacità portante in termini flessionali delle travi e conferimento di idonea duttilità e confinamento nei nodi con interventi di placcaggio metallico e cerchiatura di travi e (cassero armato o beton placchè).
- ^ Creazione di pareti di taglio per assorbimento dell'azione sismica con inserimento nei telai irrigiditi di elementi di controventatura metallica" o setti in c.a. nel piano interrato.

Incamicatura dei pilastri

L'intervento di incamicatura dei pilastri ne migliora notevolmente le caratteristiche poiché i calcestruzzi fibrorinforzati hanno resistenza a compressione molto elevate e grazie alla presenza di fibre all'interno hanno un'ottima resistenza nei confronti della trazione. In questo modo viene aumentata la geometria della sezione resistente e dall'omogeneizzazione della sezione si ottiene un'ottima resistenza a compressione che in caso di evento sismico previene lo schiacciamento o l'esplosione dei pilastri soprattutto quando essi sono poco staffati. Inoltre le migliori qualità del materiale omogeneizzato e la maggiore geometria della sezione resistente ne migliorano notevolmente la resistenza a taglio. Con le fibre contenute all'interno dei microcalcestruzzi fibrorinforzati colabile si ha una notevole capacità resistente anche a flessione e in ultimo, ma non per importanza, si prevengono le rotture fragili dei pilastri e si ha un buon incremento di duttilità. Per non generare punti deboli e per omogeneizzare le resistenze di elementi delicati come i pilastri, l'intervento è stato predisposto su tutti i pilastri.

Beton plaqueè

L'intervento consiste sostanzialmente nel miglioramento della quantità di armatura delle travi per una migliore risposta alla flessione e al taglio. L'armatura esistente viene integrata con lamine in acciaio in grado di coprire il diagramma del momento flettente e quindi all'intradosso delle travi e all'estradosso delle zone di appoggio. Altre lamine in acciaio sono previste lateralmente alla trave per contrastare il meccanismo di taglio secondo la teoria di Ritter-Morsh (biella-puntone). Per garantire il buon funzionamento della struttura nonché la conservazione delle sezioni piane che rappresenta l'ipotesi di base per l'applicazione della teoria di De Saint-Venant le placche metalliche vengono, previa preparazione dei supporti, incollati all'elemento strutturale esistente mediante opportune resine epossidiche in grado di garantire l'assenza di delaminazione tra l'elemento esistente e la lamina in acciaio. Sono state rinforzate tutte le travi ritenute più vulnerabili a partire da quelle appartenenti ai telai irrigiditi con controventature.

Prete di taglio

Come detto la struttura non è stata concepita per resistere ad azioni orizzontali. Per questo motivo, per raggiungere gli obiettivi prefissati è stato necessario, oltre a rinforzare gli elementi singoli, variare l'assetto strutturale creando delle opportune pareti di taglio in grado di assorbire buona parte delle azioni orizzontali e di ridurre notevolmente gli spostamenti attesi. Per realizzare tali pareti di taglio sono stati previsti delle controventature in acciaio in grado di sopportare rigidamente l'azione orizzontale trasmessa loro. Al piano interrato, per opportunità di realizzazione le controventature sono state realizzate con setti in c.a. che vanno ad integrarsi alle incamicature dei pilastri.

Per ulteriori dettagli si rimanda ai grafici esecutivi.