

PR Campania FESR 2021-27 - AZIONE 2.1.3 E AZIONE 2.4.4 - "INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE E MESSA IN SICUREZZA SISMICA DELL'EDIFICIO DEDICATO ALLA COMUNICAZIONE OSPITANTE LA SCUOLA PRIMARIA "MICHELE AUFIERO". Beneficiario: Comune di Sturno (AV). CUP: G92C21000580001. SURF: OP_27149 23063BP000000034.

Premesse:

Analisi storica.

L'edificio scolastico (EDIFICIO SCOLASTICO MICHELE AUFIERO così come si legge in facciata), fatto costruire appositamente per le scuole elementari dal benefattore John Michele Aufiero, venne inaugurato con cerimonia solenne, in piena epoca fascista, il 28 ottobre del 1937.

Il progetto venne presentato all'Ufficio del Genio Civile di Avellino nel Novembre 1931 e restituito dallo stesso Ufficio in data 5 dicembre 1931, con nota N° 21962 " *...consigliando doversi eseguire la nuova costruzione in cemento armato – facendosi obbligo di impiantare lo edificio alle dovute distanze in conformità delle disposizioni contenute nelle norme tecniche di cui al citato Decreto 6-1-1931*"

È a questo punto che per redigere il relativo calcolo delle strutture in cls.a., viene interpellato ed incaricato il prof. Carlo Luigi Ricci della Real Scuola di Ingegneria di Napoli che elaborò un nuovo e definitivo progetto che venne approvato in linea tecnica ai sensi della legge 06.06.1931 n. 92 dal Genio Civile di Avellino, in data 21.07.1933.

Stato di fatto:

La scuola è attualmente in esercizio. Le dieci aule ordinarie sono localizzate al piano rialzato e al piano primo. Al piano seminterrato è ubicato un locale teatrino, un laboratorio informatico, un'aula adibita ad attività motorie. Al piano rialzato oltre alle aule ordinarie si trovano i locali per il personale a.t.a. e servizi igienici. Al piano primo oltre alle aule ordinarie sono localizzati l'aula magna ed i servizi igienici.

L'edificio è dotato di C.P.I. ed il piano rialzato è accessibile a mezzo rampa in acciaio. Il progetto non introdurrà modifiche circa la consistenza degli ambienti scolastici e non vi sarà aumento di superficie e consumo di suolo.

Vulnerabilità sismica

L'edificio realizzato nei primi anni '30 è schematizzabile come uno scatolare con pianta a forma di C e si sviluppa per n. 3 livelli con altezza al canale di gronda di circa 13.00 m. La facciata principale è lunga circa 22,80 m, mentre le ali sono larghe 9.40 m. È, inoltre, presente una torretta centrale che dalla copertura sventa per ulteriori due livelli fino a raggiungere una altezza massima di circa 23.00 m.

Il sistema strutturale, definito "a telaio rado" dal progettista, Prof. Carlo Luigi Ricci, è in pilastri e travi in c.a. inglobati nella tessitura muraria, secondo una soluzione tecnologica assimilabile alla "muratura confinata" menzionata anche nel capitolo 8 delle NTC D.M. 17/01/2018. In particolare, la struttura consta di n. 62 pilastri che in pianta costituiscono un reticolo a maglia rettangolare con lati allineati secondo le due direzioni longitudinali e trasversali

Oltre all'intelaiatura in c.a. è d'uopo evidenziare la presenza tra i telai di spesse pareti di tamponamento realizzate in pietra calcarea squadrata al piano seminterrato (spessore 85 cm) e calcareniti sbazzate ai piani superiori (spessori variabili tra 65 e 60 cm). Tali murature, come si è rilevato dai saggi in situ, sono intervallate ad interasse di circa 60 cm da listature orizzontali di spessore 15-20 cm in calcestruzzo armato con ferri longitudinali $\Phi 12$. Il sistema costruttivo adottato è caratterizzato dalla realizzazione delle pareti perimetrali listate in muratura in tutt'uno con l'ossatura in c.a. a formare una tipologia costruttiva più assimilabile ad una muratura confinata o armata piuttosto che un sistema intelaiato.

L'indagine eseguita ha appurato che i muri in questione sono compatti e pieni e realizzati in pietrame calcareo squadrato al piano seminterrato e sbazzato grossolanamente con pezzatura variabile i piani superiori. Le aperture (finestre e porte) risultano cerchiare con elementi verticali (piedritti) in c.a. e architravi anch'essi in c.a.. I solai sono realizzati in c.a. e in putrelle in acciaio intervallate da riempimenti di laterizio e conglomerato cementizio. Alcune campate solaio (nella zona delle ali della pianta a C) superano gli 8 m e per questi si è riscontrato che sono realizzati con putrelle IPE 260.

Le verifiche condotte hanno evidenziato che la struttura in argomento risulta **idonea a sopportare i carichi verticali** agenti e dovuti ai pesi propri strutturali, ai sovraccarichi permanenti ed ai sovraccarichi accidentali.

Per quanto attiene le forze orizzontali di carattere sismico, sono state condotte analisi dinamiche lineari con fattore di struttura $q=2.25$ su un modello agli elementi finiti che vede le travi e i pilastri modellate con elementi monodimensionali beam e contempla l'effetto irrigidente delle murature perimetrali di notevole spessore mediante modellazione con elementi bidimensionali shell.

Le analisi hanno evidenziato un comportamento globale della struttura caratteristico delle strutture in muratura confinate restituendo valori dell'indice di vulnerabilità minore dell'unità per i meccanismi resistenti delle pareti nel piano e fuori piano. Gli elementi di fondazione, invece, sono risultati verificati. La non verifica allo SLO, non rilevante ai sensi delle NTC2018, è legata alla sola eccessiva deformabilità degli elementi della torretta di copertura.

I risultati ottenuti dall'analisi sono stati restituiti in forma di indice di rischio in termini di PGA (rapporto tra l'accelerazione resistente e quella attesa prevista dalle NTC2018), di indice di rischio in termini di periodo di ritorno dell'azione sismica (vedi capitolo 8) e di periodo di ritorno stesso. In definitiva è stato ottenuto un indice di

rischio minimo allo SLV pari a: $E_{SLV} = 0,613$

cui corrisponde un periodo di ritorno $T_{R,SLV} = 254$ anni

Miglioramento Sismico

Le analisi hanno evidenziato una limitata resistenza a taglio dei pilastri e dei nodi trave colonna dell'ampliamento del palco del teatro e della torretta. Inoltre, per la torretta si è evidenziato altresì la non verifica a taglio e flessione delle travi.

Per questi elementi in c.a. si prevede un intervento di cerchiaggio con angolari e calastrelli in grado di incrementarne notevolmente la resistenza a taglio e quindi la duttilità. Anche le travi emergenti della torretta potranno essere placcate con angolari all'intradosso e piastre all'estradosso collegati tra loro con calastrelli o barre filettate. La crisi dei nodi trave-colonna potrà essere evitata ricorrendo ad interventi di confinamento con angolari e piastre metalliche o materiali compositi.

Per quanto riguarda le murature si prevedono interventi volti ad incrementarne la duttilità ed evitarne la rottura fragile per taglio. In particolare, considerando l'evidenza delle analisi allo stato di fatto e l'importanza storicoculturale del fabbricato si dovrà aver cura di limitare il più possibile gli interventi e porre in opera interventi compatibili con le murature esistenti e completamente rimovibili. L'intervento consigliato consiste nella spicconatura dell'intonaco esistente e nella realizzazione di un intonaco strutturale in calce naturale armato con reti in fibre di materiale composito (ad esempio vetro).

□ il rinforzo delle murature con intonaco strutturale di calce naturale armato con fibra di vetro;

Per quanto riguarda le verifiche in combinazione sismica (SLV) la situazione più gravosa è stata riscontrata nei confronti delle sollecitazioni di pressoflessione nel piano e taglio dei maschi murari con indici di rischio di poco superiori al limite che ci si era prefissati pari a 0,8. Le altre crisi evidenziate dalla verifica (crisi di pilastri, travi e nodi trave-colonna) sono stati totalmente eliminati grazie alla progettazione di idonei interventi di rinforzo che hanno permesso il soddisfacimento delle verifiche di tali elementi.

Efficientamento energetico

Per quanto riguarda le opere di efficientamento energetico, i miglioramenti previsti saranno finalizzati a migliorare le attuali prestazioni termiche dell'edificio da classe "F" a classe "A3", in termini sia di isolamento termico sia di riscaldamento. Si presterà particolare attenzione all'aspetto ecologico, vale a dire all'utilizzo di materiali ecosostenibili e biocompatibili, costituiti in gran parte da elementi naturali.

- Isolamento Termico

Data l'importanza storica dell'edificio, l'isolamento termico previsto per i muri perimetrali sarà realizzato con un cappotto interno costituito da stratificazioni a secco. L'intervento proposto, distinguibile e reversibile rispetto alla muratura originaria, sarà caratterizzato da materiale ecocompatibili quale lana di roccia,

rivestito sul lato interno da un pannello in gesso fibra ad alta resistenza da 15 mm,. Il predetto isolamento garantirà a una trasmittanza $U < 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ammissibile per cappotto interno in Zona E - DM 26/06/15 - Tabella 1 - appendice A). Particolare importanza è stata data all'isolamento del sottotetto dove è previsto un doppio strato di lana di roccia (10 + 10 cm) ecocompatibile, munito di membrana freno vapore all'intradosso e membrana traspirante all'estradosso. Per l'isolamento del tetto, invece, è prevista la posa di un pacchetto isolante ecocompatibile formato da un strato di lana di roccia di 10 cm, protetto da membrana freno vapore all'intradosso e da membrana traspirante all'estradosso, il tutto fissato sull'assito della copertura tramite una doppia orditura di listelli in legno di abete impregnato.

- Serramenti

I profili dei nuovi infissi saranno costituiti da alluminio estruso in lega di alluminio 6060 (UNI 9006/1) e da legno 6 massello, mentre la vetratura, di tipo antinfortunistica stratificata, sarà formata da triplo vetro camera con la seguente stratigrafia:

Climatop 33.1 (12 Argon 90) 4 (12 Argon 90) 33.1 Planitherm Infinity F2 Planitherm Clear 1.0 F5 .

Caratteristiche vetratura: Fattori Luminosi EN410 (2011-04) - Trasmissione luminosa (TL) 58 % - Rifless. est

(RLe) 20 % - Rifless. Int. (RLi) 25 % - Trasmittanza Termica EN673-2011- Ug $0.6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

- Fattori Energ. EN410 (2011-04)- Trasm. Enegr.(TE) 26 % -Rifl. Est. (Ree) 35 % Rifl. Int. (Rei) 37 % - Assorb.

A1 (AE1) 34 % - Assorb. A2 (AE2) 1 % Assorb. A3 (AE3) 4 %.

- Fattori Solari EN410 (2011-04)- Fattore solare (g) 0.31- Coefficiente di ombreggiamento (SC) 0.36. Spessore nominale 42.76 mm - Peso 40.8 kg/m^2 ACUSTICA EN 1275 - Uw serramento $< 1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Classificazione serramento ITT: Permeabilità all'aria 4 - Permeabilità all'acqua E 2100 -Tenuta al vento C5.

La posa sarà eseguita con applicazione lungo il perimetro del serramento di nastri sigillanti, isolanti, autoespandenti e certificati.

- Impianto termico

La riqualificazione dell'impianto termico prevede la sostituzione dell'attuale generatore di calore, con bruciatore a metano, con un nuovo generatore, sempre alimentato a metano ma a condensazione e con bruciatore modulante, a doppio modulo termico - due moduli da 57 kW - con ottimi rendimenti di combustione e importanti risparmi energetici. Si prevede anche un nuovo sistema di pompaggio con installazione di una nuova coppia di pompe gemellari in classe A e un'idonea coibentazione delle tubazioni di circuito della centrale termica. È altresì previsto la sostituzione dei radiatori in ghisa con radiatori in alluminio sia per diminuire le perdite di carico presenti nel circuito sia per ottenere una immediata regolazione della temperatura con notevole risparmio energetico. I nuovi radiatori saranno dotati di valvole termostatiche mentre l'impianto sarà munito di idoneo sistema di automazione e regolazione con programmazione oraria.

- Impianto di ventilazione meccanica controllata

L'impianto di ventilazione meccanica controllata previsto garantirà ambienti salubri e confortevoli, con aria pulita alla giusta temperatura e al giusto grado di umidità, scongiurando la formazione di microrganismi ed evitando la formazione di muffa sui muri e su qualsiasi altra superficie. Grazie a questo impianto sarà possibile ottenere anche un importante risparmio energetico. Esso sarà costituito da recuperatori di calore orizzontali, installati all'interno, in modo da ottenere un adeguato comfort ambientale con un notevole risparmio energetico.

- Impianto di elettrico ed illuminotecnico

L'impianto di illuminazione interna dell'edificio scolastico è allo stato tecnicamente obsoleto, essendo in massima parte composto da poco efficienti lampade fluorescenti a ballast magnetico. Ciò dà luogo a considerevoli assorbimenti annui di energia elettrica per i soli fini di illuminazione.

Si è optato dunque per la sostituzione totale degli apparecchi presenti con nuovi a tecnologia LED essendo questa tecnologia ormai consolidata ed economicamente vantaggiosa.

Il progetto prevede anche l'installazione di rilevatori di movimento e presenza, i quali garantiranno la luce solo quando serve e permetteranno una gestione dell'illuminazione sicura in grado di aumentare il comfort e di annullare dimenticanze e sprechi.

Per quanto attiene l'impianto elettrico è prevista la realizzazione di nuove linee elettriche utilizzando l'impianto elettrico esistente, già a norma e soggetto a verifiche periodiche.

Opere Edili

I lavori edili riguarderanno in particolare:

- la realizzazione di controsoffitti in cartongesso con lastre di classe REI 120;
 - la ristrutturazione dei locali adibiti ai servizi igienici con sostituzione di pavimenti, di rivestimenti, di sanitari,
- degli impianti idrici e di scarico;
- il restauro dei portoni esterni e delle porte interne in legno;
 - la pitturazione esterna ed interna, eseguita con prodotti vernicianti conformi ai criteri ecologici e ambientali;