



PROGETTAZIONE  
DIAGNOSI STRUTTURALE

degli Ingegneri  
Andrea Canucoli e Roberto Ordonselli  
Piazza Pio Franchi dei Cavalieri, 7  
61036 Colli al Metauro (PU)  
Tel. 0721 728296  
e-mail [info@studioingeniumassociato.it](mailto:info@studioingeniumassociato.it)

Provincia:



Pesaro e Urbino

Comune:



Acqualagna

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA SISMICA DELLA SCUOLA ELEMENTARE "E. MATTEI"

Committente:

**COMUNE DI ACQUALAGNA**  
PIAZZA MATTEI, 9  
61041 (PU) ACQUALAGNA

Oggetto:

**RELAZIONE GENERALE**

Progettista:

Ing. Andrea Canucoli

Spazio riservato al Comune

Tav. n.:

**RG**

Data:

**Ottobre 2018**

Scala:

-

L'intervento in oggetto riguarda la messa in sicurezza sismica della Scuola Elementare "Enrico Mattei" sito in Via Kennedy, 21 nel Comune di Acqualagna (PU).

L'intervento, redatto in conformità a quanto indicato dall'OPCM 3274/2003 e delle Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2018), si inserisce all'interno di un ampio progetto di messa in sicurezza degli edifici scolastici.

## **1. Stato di fatto**

Il complesso edilizio costituente il polo scolastico si può suddividere in tre corpi distinti: il corpo principale, posto a Sud del complesso, è destinato alle aule della Scuola Secondaria di 1° grado; l'edificio sito a Nord-Est racchiude la segreteria e le aule della Scuola Primaria; la palestra si colloca nell'edificio a Nord-Ovest. Le porzioni risultano architettonicamente ben separate e distinte, in particolare, il fabbricato oggetto della presente è giuntato ad un altro edificio mediante un giunto sismico. Per una maggior comprensione dello stato di fatto si rimanda agli elaborati grafici **Tav. A1, A2, A3 e A4**, che allegati al progetto ne costituiscono parte integrante.

Il corpo di fabbrica destinato a scuola elementare si compone di un unico corpo di fabbrica distribuito su uno o due livelli (a cui vanno aggiunti un sottotetto accessibile solo mediante botola e un piano interrato adibito a magazzino), racchiudibili approssimativamente in un rettangolo di lati 16x40 m, a cui si aggiunge una piccola appendice di forma quadrata di dimensioni 12x10 m. La porzione con solo un piano, racchiude gli uffici, l'aula professori, la biblioteca e altre aule per le attività collettive, mentre la porzione su due livelli è adibita ad aule.

Il complesso scolastico è stato realizzato negli anni Settanta-Ottanta. La struttura, è costituita da travi e pilastri in c.a. e rivestita esternamente con pannelli di muratura. I solai, compreso quello di copertura, sono realizzati con travi in c.a.. All'estradosso il manto di copertura è realizzato da uno strato di guaina impermeabilizzante e da tegole marsigliesi. Infine, gli infissi attuali sono realizzati con telaio in alluminio e vetro singolo.

Gli interventi sono finalizzati al raggiungimento di un **adeguamento sismico**, seguite da alcune lavorazioni per migliorare l'efficienza energetica dell'edificio.

## **2. Stato di conservazione e criticità**

Lo stato di conservazione generale dell'edificio appare buono ed anche un rilievo attento del quadro fessurativo non ha evidenziato particolari situazioni di criticità.

Una criticità è stata individuata durante un'ispezione al piano interrato dell'edificio, durante la quale ci si è accorti che alcune tubazioni, relative all'impianto termico, erano state inserite all'interno delle travi.

Altre criticità sono inoltre emerse in seguito ad un'analisi sulla copertura, in quanto presenta alcune infiltrazioni di acqua.

Da un punto di vista strutturale, si evidenzia la presenza di pilastri tozzi in corrispondenza delle finestre "a nastro".

Infine, un'ultima criticità è caratterizzata dall'alto grado di dispersione termica dell'involucro edilizio, in particolare a causa della mancanza di uno strato termoisolante in copertura e della presenza di infissi privi di montanti a taglio termico e vetrocamera.

### **3. Stato di progetto**

Alla luce delle analisi e delle vulnerabilità emerse si sono definite le migliori tipologie di intervento atte all'adeguamento sismico dell'edificio esistente ed alla sua riqualificazione energetica.

In particolare il progetto esecutivo prevede i seguenti interventi strutturali e non (vedi **Tav. S7, S8, S9, S10, S11, A5 e A6**):

- Interventi di su elementi strutturali:
  1. Realizzazione di una nuova fondazione;
  2. Ringrosso di un pilastro;
  3. Realizzazione di alcuni setti in c.a.;
  4. Chiusura dei fori sulle travi;
  5. Rinforzo di alcune travi in mezzera;
  6. Fasciatura alla testa e al piede di alcuni pilastri (metodo CAM<sup>®</sup>);
  7. Rinforzo di alcuni nodi.
  8. Ciclo di recupero del calcestruzzo degradato;
- Interventi su elementi strutturali secondari:
  9. Antiribaltamento delle tramezzature e delle tamponature;
  10. Eliminazione della criticità relativa ai pilastri tozzi;
  11. Rimozione del comignolo esistente;
- Interventi su elementi non strutturali:
  12. Isolamento termico e nuova impermeabilizzazione della copertura;
  13. Sostituzione di tutti gli infissi;
  14. Apertura di una nuova porta d'ingresso;
  15. Installazione della linea vita in copertura;
  16. Sostituzione delle lattonerie esistenti.

Tutti gli interventi sopra descritti non producono modifiche rilevanti nei prospetti esterni, con le sole eccezioni delle bucatore chiuse sulla scala e dell'apertura di una nuova porta d'ingresso. Di seguito saranno descritti tutti gli interventi da eseguire, ma per una migliore comprensione si rimanda ai vari elaborati grafici che costituiscono parte integrante del presente progetto.

#### 1 Realizzazione di una nuova fondazione.

Una nuova fondazione, di esigue dimensioni (0.45x0.80x1.45 m) verrà realizzata in prossimità del pilastro 5, per permetterne il successivo ringrosso. La fondazione e il relativo scavo saranno realizzati all'interno del fabbricato, fino ad innestarsi alla stessa quota di fondazione degli elementi vicini. La fondazione sarà opportunamente ancorata agli elementi esistenti, al fine di solidarizzarli tra loro.

#### 2 Ringrosso di un pilastro.

Il pilastro 5, unico in tutto l'edificio, non è a sezione rettangolare ma ha una forma ad L. Per facilitare le successive operazioni di fasciatura e renderle più efficaci, il pilastro deve essere "completato", aggiungendo una piccola sezione di 0.30x0.15 m al suo angolo interno. Così facendo, il pilastro ottiene una sezione rettangolare di dimensioni 0.45x0.60 m. La nuova porzione sarà opportunamente ancorata al pilastro esistente, al fine di renderlo un elemento unico.

#### 3 Realizzazione di alcuni setti in c.a..

L'intera parete compresa tra i pilastri 3 e 6 verrà demolita e sostituita da un setto in calcestruzzo armato di 0.30 m di spessore. Al centro di questa parete è presente la parete del vano ascensore che, insieme ai pilastri e alle travi perimetrali, permetteranno l'ancoraggio del nuovo setto. Un altro setto, realizzato solo al piano terra, verrà inserito in prossimità delle scale di accesso al piano superiore. Tale operazione comporterà la chiusura di 3 piccole finestre di dimensioni 0.90x1.00 m.

#### 4 Chiusura dei fori sulle travi.

Al piano interrato, lungo 3 travi, sono stati fatti passare alcuni tubi dell'impianto termico. Queste tubazioni verranno rimosse e spostate a fianco dell'elemento strutturale mediante la realizzazione di alcuni fori di dimensioni adatte sul solaio. I fori preesistenti lungo le travi, saranno chiusi con del calcestruzzo fibrorinforzato colabile.

#### 5 Rinforzo di alcune travi in mezzeria.

Due delle travi perimetrali della copertura necessitano di un rinforzo in mezzeria. Vista la posizione dei due elementi, è necessario prima la rimozione del manto di copertura (da eseguirsi anche per altre lavorazioni) e della guaina impermeabilizzante. Il rinforzo avverrà mediante una piastra in acciaio di larghezza 20 cm e spessore 6 mm, opportunamente ancorata all'estradosso dell'elemento strutturale.

#### 6 Fasciatura alla testa e al piede di alcuni pilastri (metodo CAM®).

Il rinforzo dei pilastri avverrà mediante l'utilizzo del metodo brevettato CAM® che consiste nell'apporre delle maglie in acciaio inox attorno alla colonna e pretensionarle mediante apposite macchine crimpatrici. Per evitare un accumulo degli sforzi in corrispondenza degli spigoli dei pilastri, questi verranno rivestiti con degli angolari in acciaio stondati opportunamente ancorati.

#### 7 Rinforzo di alcuni nodi.

I nodi che necessitano questo tipo di intervento, saranno "incamiciati" da alcune piastre in acciaio ancorate tra loro. In questo tipo di intervento è prevista anche l'eventuale

concomitanza del precedente intervento, andando a giustapporre parzialmente le piastre d'acciaio agli angolari necessari per il metodo CAM.

#### 8 Ciclo di recupero del calcestruzzo degradato.

Tutte le porzioni di calcestruzzo che verranno esposte saranno accuratamente pulite mediante sabbiatura e/o spazzolatura al fine di ottenere un substrato consono ai successivi trattamenti ed eliminare le parti ammalorate. In questo secondo caso, il calcestruzzo ammalorato verrà rimosso, anche in profondità. I ferri d'armatura che sono o saranno esposti verranno trattati con prodotti passivanti e il relativo copriferro ricostruito con malta di cemento. Oltre alle porzioni di travi e pilastri che verranno esposte, anche tutta la scala di emergenza e la rampa di accesso al piano interrato subiranno lo stesso trattamento.

#### 9 Antiribaltamento delle tramezzature e delle tamponature.

Le tramezzature e le tamponature a tutta altezza verranno rinforzate e messe in sicurezza dal ribaltamento fuori dal piano. Tale rinforzo sarà eseguito mediante l'applicazione di una rete preformata in materiale composito fibrorinforzato CFRP. Inoltre, ogni circa 0.90 m, saranno inseriti dei nastri in fibra di vetro passanti, al fine di solidarizzare le reti poste sulle due facce del tramezzo. L'intervento interesserà, per una larghezza di 30 cm, una fascia che si estenderà per tutta la sommità del tramezzo e verticalmente per un'altezza di 1.50 m ai due lati dell'elemento.

#### 10 Eliminazione della criticità relativa ai pilastri tozzi.

La presenza dei pilastri tozzi, sarà eliminata separando la tamponatura dal pilastro e inserendo inserendo uno strato di polistirolo che fungerà da giunto tra i due elementi. Questo intervento interessa unicamente le tamponature su cui è presente una finestratura.

#### 11 Rimozione del comignolo esistente.

Il comignolo attualmente presente in copertura non è più utilizzato, in quanto ne è stato realizzato uno nuovo, esterno all'edificio. Vista l'inutilità dell'elemento, si è optato per una sua definitiva rimozione, piuttosto di andare a renderlo sicuro. Il foro della canna fumaria verrà anch'esso chiuso, andando a creare una copertura completamente complanare.

#### 12 Isolamento termico e nuova impermeabilizzazione della copertura.

L'intero manto di copertura verrà rimosso, al fine di poter inserire un nuovo strato impermeabilizzante e un isolamento termico in polistirene espanso estruso, al fine di garantire una minore dispersione termica attraverso la copertura.

#### 13 Sostituzione di tutti gli infissi.

Tutti gli infissi presenti nell'edificio (con l'eccezione di quelli al piano interrato nelle bocche di lupo e dell'unico presente nel sottotetto) saranno sostituiti con nuovi infissi in alluminio e vetrate termoacustiche isolanti con vetrocamera 4-15-4 mm. Infine, tutte le porte saranno dotate di maniglioni antipanico, sia nel caso in cui sia presente una sola anta, sia nel caso di due ante.

#### 14 Apertura di una nuova porta d'ingresso.

Nell'atrio di ingresso verrà aperta una nuova porta, in sostituzione di una finestra esistente. Tale intervento è dettato dalle necessità quotidiane di ingresso e uscita degli alunni. La nuova porta avrà le stesse caratteristiche dei succitati infissi.

15 Installazione della linea vita in copertura.

Oltre ad essere un obbligo di legge, la presenza di una linea vita, sia sulla copertura inferiore che su quella superiore, è indispensabile per l'esecuzione di qualsiasi operazione, manutenzione, intervento e/o indagine da svolgersi in copertura. Il sistema linea vita da installare sarà integrato anche con alcuni punti di ancoraggio, in modo da rendere meno pericoloso l'accesso ad alcune parti della copertura.

16 Sostituzione delle lattonerie esistenti.

Tutte le lattonerie presenti in copertura, compreso le scossaline, le gronde e i pluviali esistenti, saranno rimosse e sostituite con altre in acciaio zincato.

Oltre agli interventi descritti in precedenza, saranno realizzate tutte quelle finiture necessarie a rendere la scuola subito fruibile in seguito agli interventi (nuovo intonaco dove rimosso, tinteggiature, sia sulle pareti che sui soffitti, nuovi pavimenti e nuovi rivestimenti dove tolti, riposizionamento delle porte interne, degli elementi di illuminazione e degli apparecchi idrosanitari precedentemente rimossi, realizzazione di decori esterni in polistirolo in sostituzione di quelli in calcestruzzo demoliti).

## **5. Interventi di miglioramento energetico**

### **NORME DI RIFERIMENTO**

Tutti i lavori saranno eseguiti impiegando prodotti e materiali marcati CE e nel rispetto di quanto previsto:

- dalla Legge n° 10/91 ( e succ. ) con i relativi decreti attuativi ;
- dal D.Lgs. 19-08-2005 n.192
- dal D.Lgs. 311 del 2006
- dal D.P.R. 59 del 2009
- DM 22/11/12 “Modifica dell’Allegato A del DLgs 192/05 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”.
- DPR 75/13 “Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del DLgs 192/05”
- Legge 90/13 “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63”
- DM 26/6/15 “ Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”

- DPCM 5-12-1997
- Legge 447 del 1995 (Legge quadro sull'inquinamento acustico)
- dalle raccomandazioni dell' I.I.P.;
- dalle normative emanate dall'U.N.I.

### INFISSI

L'intervento prevede la sostituzione degli infissi esistenti con nuovi infissi in alluminio delle medesime dimensioni; tali infissi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- profilo da 75 mm a taglio termico
- canalina "a bordo caldo"
- vetri doppi stratificato antinfortunistici
- intercapedine da 14/16 mm con gas argon
- vetri basseemissivi
- tripla guarnizione
- valori di trasmittanza termica  $U_w$  inferiore a 1,4 w/mqk
- abbattimenti acustico maggiore/uguale a 42 dB

### COIBENTAZIONE SOFFITTO

L'intervento prevede delle opere di manutenzione straordinaria alla copertura dell'edificio, volte al risparmio energetico e al ripristino dell'impermeabilizzazione.

Allo stato attuale tale struttura è composta da un solaio in latero cemento con spessore tot di 24 cm; l'intervento prevede la posa all'estradosso di uno stato di materiale isolante in polistirene espanso estruso, avente una conducibilità termica di 0,034 w/mk ed una densità di 28 kg/mc.

La trasmittanza termica della struttura post intervento sarà di 0,248 W/mqk, conforme a quanto prescritto dal D.M. del 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici", ai sensi dell'articolo articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, con relativi allegati 1 ( e rispettive appendici A e B) e 2.

## **6. Quadro economico riepilogativo**

Di seguito si riporta la sintesi economica dell'intervento in progetto:

| <b>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA SISMICA DELLA SCUOLA ELEMENTARE "E. MATTEI" SITO NEL COMUNE DI ACQUALAGNA</b> |   |                     |
|--|---|---------------------|
|  |   |                     |
| <b>QUADRO ECONOMICO DEL PROGETTO ESECUTIVO</b>   |   |                     |
|  |   |                     |
| <b>1</b>   | <b>LAVORI</b>   |                     |
| a  | Lavori per interventi di messa in sicurezza                                 | € 393.695,72        |
| a1   | Demolizioni   | € 35.065,83         |
| a2   | Opere strutturali (adeguamento sismico)                                     | € 126.216,50        |
| a3   | Opere Edili   | € 213.213,42        |
| a4   | Ponteggi  | € 19.199,97         |
|  |   |                     |
| b  | Di cui, <b>non soggetti a ribasso</b> , Oneri Sicurezza inclusi nei prezzi  | € 11.810,87         |
| c  | <b>TOTALE LAVORI SOGGETTI A RIBASSO (c=a-b-c)</b>                           | <b>€ 381.884,85</b> |
|  |   |                     |
|  | <b>TOTALE LAVORI APPALTO</b>  | <b>€ 393.695,72</b> |
|  |   |                     |
| <b>2</b>   | <b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>   |                     |
| d  | Iva su lavori (10% di a)  | € 39.369,57         |
| e  | Spese tecniche (progetti, DL, sicurezza, prove, indagini, collaudo, ecc.)   | € 38.000,00         |
| f  | Oneri integrativi su spese tecniche (4% di e)                               | € 1.520,00          |
| g  | Iva spese tecniche (22% di e+f)   | € 8.694,40          |
| i  | Lavori in economia, imprevisti ed arrotondamenti (compresa IVA)             | € 9.720,31          |
| l  | Oneri S.U.A., incentivo L.114/2014, pubblicità e commissioni (compresa IVA) | € 9.000,00          |
|  | <b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>  | <b>€ 106.304,28</b> |
|  |   |                     |
|  | <b>TOTALE PROGETTO</b>  | <b>€ 500.000,00</b> |

Per maggiori dettagli si consultino i documenti **Computo metrico estimativo** ed **Elenco prezzi unitari** che allegati al progetto ne costituiscono parte integrante.

## **6. Conclusioni**

L'insieme sistematico degli interventi previsti in progetto e sopra descritti consentono il superamento delle criticità proprie dell'edificio nonché il raggiungimento di importanti miglioramenti.

In particolare a lavori ultimati si potrà contare su un edificio **SISMICAMENTE ADEGUATO** (ai sensi delle attuali Normative Tecniche - NTC 2018) oltre ad alcuni miglioramenti da un punto di vista energetico.

Di seguito l'elenco degli elaborati costituenti il Progetto Esecutivo:

## **RELAZIONE GENERALE**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

## **ELABORATI GRAFICI**

### **ARCHITETTONICI**

TAV A1 – INQUADRAMENTO GENERALE  
TAV A2 – PIANTE STATO DI FATTO  
TAV A3 – PROSPETTI STATO DI FATTO  
TAV A4 – SEZIONI STATO DI FATTO  
TAV A5 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI STRUTTURALI SECONDARI  
TAV A6 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI EDILI  
TAV A7 – PARTICOLARI INTERVENTI  
TAV A8 – PIANTE STATO DI PROGETTO  
TAV A9 – PROSPETTI STATO DI PROGETTO  
TAV A10 – SEZIONI STATO DI PROGETTO

### **STRUTTURALI**

TAV S1 – PIANTE FONDAZIONI STATO DI FATTO  
TAV S2 – PIANTE PRIMO SOLAIO STATO DI FATTO  
TAV S3 – PIANTE SECONDO SOLAIO STATO DI FATTO  
TAV S4 – PIANTE TERZO SOLAIO STATO DI FATTO  
TAV S5 – PIANTE SOLAIO DI COPERTURA STATO DI FATTO  
TAV S6 – SEZIONI STATO DI FATTO  
TAV S7 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI PIANTE FONDAZIONI  
TAV S8 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI PIANTE PRIMO SOLAIO  
TAV S9 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI PIANTE SECONDO SOLAIO  
TAV S10 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI PIANTE TERZO SOLAIO  
TAV S11 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI PIANTE SOLAIO DI COPERTURA  
TAV S12 – PARTICOLARI INTERVENTI STRUTTURALI  
TAV S13 – PARTICOLARI INTERVENTI STRUTTURALI

## **RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

## **PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA**

## **CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**

## **ELENCO PREZZI ED ANALISI DEI PREZZI**

## **COMPUTO METRICO ESTIMATIVO**

## **QUADRO TECNICO ECONOMICO**

## **QUADRO INCIDENZA MANODOPERA**

## **SCHEMA DI CONTRATTO**

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**