

**STUDIO TECNICO**

DI INGEGNERIA ED URBANISTICA

**BRESCIA ING. GENNARO**

Via stazione n° 26 – 71022 Ascoli Satriano (FG)

Via Antonio Gramsci n° 39 – 71100 Foggia

tel. 347.59.18.151 – e-mail: [rinbrescia@libero.it](mailto:rinbrescia@libero.it)

Interventi di recupero e riqualificazione Edifici Scolastici Regionali – Delibera CIPE n°79/2012. Lavori di ripristino funzionale, adeguamento alle norme vigenti e di finitura interna/esterna Scuola d'Infanzia, Vico II Fontanelle, Comune di Deliceto (FG).

**PROGETTO ESECUTIVO****OGGETTO:*****Relazione tecnica illustrativa*****Il Progettista**

- Gennaro Brescia -

Ascoli Satriano

febbraio 2018

**Visti ed approvazioni:**

Il RUP

ing. Salvatore PIZZI

## ***1.0) Premessa***

In questo progetto sono state previste tutte quelle opere necessarie per il ripristino funzionale, l'adeguamento alle norme di settore, l'eliminazione delle barriere architettoniche e le opere di finitura interne ed esterna del plesso scolastico, di proprietà comunale.

La struttura in questione, facente parte dell'Istituto Comprensivo "Vico II Fontanelle" di Deliceto, ospita quotidianamente gli alunni della Scuola d'Infanzia oltre al corpo insegnante e collaboratori scolastici.

Il manufatto edilizio, costituito da strutture intelaiate in calcestruzzo armato, occupa un'area di circa mq 420 e si sviluppa su tre livelli, piano terra, primo piano e sottotetto. Al piano terra sono ubicate le aule didattiche, i locali di pertinenza e i servizi igienici.

Il primo piano ospita, oltre alle aule per la didattica, laboratori e ambienti di supporto per le attività scolastiche nonché i servizi igienici suddivisi per sesso.

La resistenza strutturale dell'immobile è affidata ad un sistema intelaiato, costituito da elementi orizzontali e verticali in cemento armato, poggianti su travi di fondazione (avente forma rettangolare con ingombro massimo di 40x60 cm) collegate tra loro.

Le travi di fondazione, sia pure collegate tra loro, non soddisfano la condizione necessaria per generare un reticolo chiuso in quanto non collegate in alcuni nodi.

I solai, compreso quelli di copertura, sono del tipo misto di laterizi forati e cemento armato con sovrastante soletta di calcestruzzo armata in senso ortogonale ai travetti.

Il tetto di copertura, a falde inclinate, è protetto da un manto di tegole tipo "Marsigliese".

Esternamente le facciate, realizzate in laterizio dello spessore complessivo non superiore a 40 cm, si presentano rifinite con intonaco colorato e rivestite al piano terra, per una altezza di 100 cm, con lastre di pietra naturale.

Le pareti interne (tramezzatura), infine, sono costituite da laterizi con spessore variabile da 15 a 40 cm protette da intonacato civile.

## **2.0) Analisi della consistenza strutturale**

Per la valutazione reale della consistenza strutturale e l'individuazione degli interventi necessari all'adeguamento sismico sono stati eseguiti indagini specifiche e approfonditi studi, correlati da prove distruttive e non, sul plesso in questione ed è emerso quanto segue:

- 1) una esecuzione approssimata della struttura, dovuta a modalità e tecniche costruttive oggi inadeguate o comunque superate;
- 2) l'assenza di cedimenti degli elementi strutturali (interni ed esterni);
- 3) l'assenza di cause che possano aver alterato nel tempo le caratteristiche meccaniche o aver determinato un indebolimento della struttura.

Le indagini condotte su molti elementi strutturali non hanno evidenziato fenomeni chimico-fisici o tracce di degrado, quale distacco del copriferro e ossidazione dell'armatura metallica, dovuti a cause intrinseche del materiale ed all'ambiente esterno.

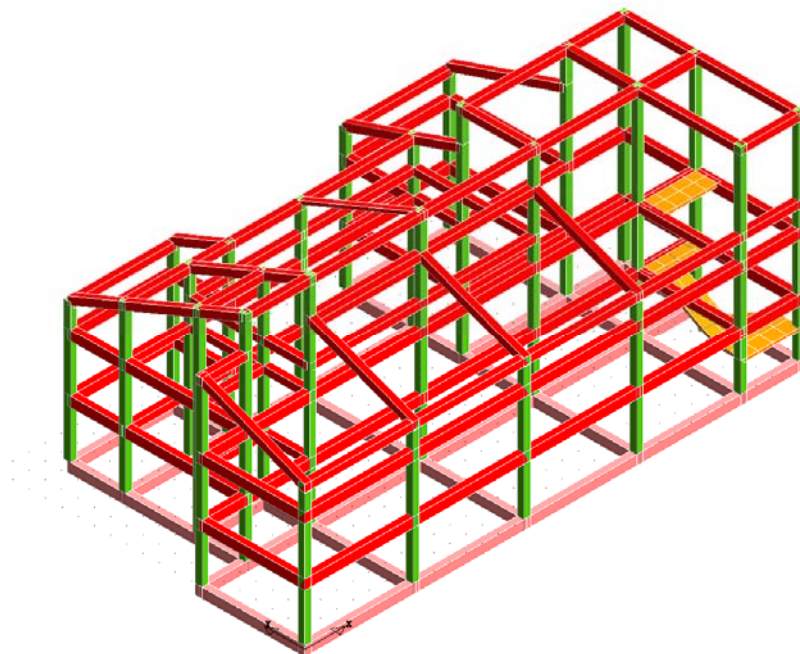
Si è potuto constatare, inoltre, che il livello di prestazione della struttura, pur realizzata con una discreta qualità dei materiali (calcestruzzo e ferri di armatura), risente degli anni di costruzione.

I risultati dei calcoli di verifica, infine, eseguiti sulla modellazione tridimensionale della struttura, generata in seguito ai rilievi dimensionali dell'intero manufatto, hanno evidenziato come la stessa, in caso di sisma, presenta problemi di staticità. Infatti si è potuto rilevare, ipotizzando il sisma agente in entrambe le direzioni, che la struttura presenta deformazioni, sforzi massimi, forze di taglio e momenti maggiori a quanto prescritto dalla normativa in vigore.

Non si può tuttavia sostenere che l'edificio sia frutto di un inadeguato calcolo strutturale, atteso che tale struttura appare concepita e calcolata secondo criteri e modalità all'epoca vigenti.

Solo negli ultimi anni, successivamente all'entrata in vigore delle "norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici e per il loro consolidamento" (D.M. 2008), si è giunti ad un'evoluzione delle modalità tecnologiche d'esecuzione e del controllo sui materiali impiegati nella costruzione degli edifici.

Da quanto sopra esposto si può affermare che per migliorare il grado di sicurezza della struttura, adeguandolo alla vigente normativa tecnica, è necessario intervenire con opere di consolidamento statico.



(assonometria tridimensionale plesso scolastico)

### ***3.0) Consolidamento statico della struttura***

Bisogna riconoscere, in via generale, che il problema della sicurezza statica degli edifici esiste, perciò le scelte non possono essere guidate da spinte emotive, ma da attente valutazioni tecniche ed economiche.

In linea di principio, non esiste edificio che non possa essere consolidato se pur realizzato con conoscenze, criteri e logica dei tempi passati.

In ogni caso è possibile ricostruire il principio su cui si basa una costruzione e, quindi, operare le scelte tecniche più opportune per migliorarla.

L'analisi condotta sulla struttura in esame consente di poter scegliere, adeguatamente, la tipologia più idonea per il consolidamento e l'adeguamento alle normative tecniche vigenti.

La tipologia d'intervento prevista in questo progetto consiste nell'inserimento di nuovi elementi strutturali, rendendoli permanentemente e affidabilmente collaboranti con la struttura principale, al fine di aumentare la resistenza alle azioni sismiche.

Nel caso specifico gli effetti torsionali indotti nella struttura, dovuti all'azione sismica, sono elevati e pertanto occorre equilibrare la distribuzione delle parti rigide della costruzione in modo da avvicinare il centro delle rigidezze al baricentro geometrico.

La modifica della distribuzione delle rigidezze sarà conseguita mediante l'inserimento di nuovi elementi strutturali.

### 3.1) elementi di fondazione

In seguito all'assenza dei collegamenti fra alcuni elementi strutturali saranno inserite nuove strutture in calcestruzzo cementizio armato le cui sezioni, con relative armature metalliche, sono rappresentate nelle tavole grafiche allegate.

In particolare saranno realizzate travi di fondazione sulla cui area di sedime sarà eseguita una piastra in c.a. di spessore 15 cm al fine di ripartire i carichi agenti in fondazione. L'intervento è finalizzato ad ottenere, per le strutture di fondazione, un collegamento secondo un reticolo chiuso in modo da aumentare la resistenza alle forze assiali di trazione o di compressione generate dal sisma.

L'aumento dell'area di base del fabbricato, in seguito all'inserimento dei nuovi elementi strutturali, comporta una riduzione della pressione di contatto edificio-terreno a tutto vantaggio della sicurezza. Di fatto quest'ultimo valore passerà dagli attuali 2,40 kg/cmq a circa 1,30 kg/cmq.

### 3.2) elementi in elevazione

Le forze orizzontali, generate durante il sisma, possono provocare notevoli accelerazioni alla struttura e quindi indurla al completo collasso.

Tale fenomeno potrà essere controllato con l'inserimento di nuovi elementi strutturali i quali, forniranno al manufatto la giusta resistenza contro le azioni orizzontali (sezioni e armature metalliche delle travi sono rappresentate nelle tavole grafiche allegate).

Per dare una resistenza continua ed uniformemente distribuita alla struttura, le travi di collegamento saranno realizzate con larghezza uguale ai pilastri interessati.

Questo criterio di esecuzione, agevolando la trasmissione dei momenti e delle forze di taglio, evita la concentrazione delle sollecitazioni e delle torsioni sugli elementi strutturali.

Alcuni elementi strutturali esistenti (travi e pilastri) saranno consolidati mediante fasciatura con materiale composito CFRP (fibra di carbonio) in modo da aumentare la loro resistenza a taglio, la capacità deformativa e portante verticale.

### 3.3) collegamenti strutturali

Il collegamento dei nuovi elementi strutturali con quelli esistenti dovrà avvenire con la seguente tecnica d'intervento (crf. elaborati grafici – “Particolari Esecutivi”).

#### 3.3.1.) Inserimento barre di ancoraggio:

Dovranno essere praticati sugli elementi strutturali interessati, con sonda meccanica a rotazione, fori di piccolo diametro (a sezione circolare  $\varnothing$  36 mm.) sfalsati tra loro e con diverse inclinazioni.

Per l'esecuzione dei fori dovranno essere utilizzati apparecchi guida per l'asta di comando della sonda, in modo da garantire l'esatta posizione del foro e il suo andamento rettilineo, mettendo in atto le necessarie cautele per evitare danni alle parti attraversate (armatura metallica).

Successivamente saranno inserite nei fori, previo lavaggio con acqua in pressione e asciugatura con aria compressa, le barre trasversali d'acciaio ad aderenza migliorata sigillate mediante resina epossidica bicomponente iperfluida (forza di sfilamento  $19,0 \div 28,2$  KN e tensione di aderenza  $8,4 \div 12,5$  Mpa, rispettivamente con  $T = 60^{\circ}\text{C}$  e  $T = 20^{\circ}\text{C}$ ). Quest'ultima dovrà essere iniettata a bassa pressione, ad una temperatura non inferiore a  $+5^{\circ}\text{C}$ , con idonea pompa fino alla fuoriuscita della resina dal foro (sigillatura completa).

Le barre di ancoraggio saranno collegate all'armatura metallica delle travi, con una sovrapposizione minima di 150 cm, tramite saldatura elettrica protetta da una mano di vernice antiruggine (minio).

### 3.3.2) Incollaggio tra gli elementi strutturali e nuovo getto:

Prima di procedere al nuovo getto la superficie del calcestruzzo dovrà essere perfettamente pulita mediante le seguenti operazioni:

- 1) scarificazione con idonea attrezzatura manuale;
- 2) eliminazione di ogni parte incoerente della superficie;
- 3) asportazione delle parti friabili o in fase di distacco mediante sabbiatura o spazzolatura;
- 4) eliminazione dalle barre di acciaio di ogni traccia di ruggine con sabbiatura a metallo bianco o eventualmente con smerigliatura;
- 5) depolverizzazione del sottofondo con aria compressa.

Effettuate queste operazioni si dovrà procedere all'applicazione della resina epossidica biocomponente a media viscosità sul calcestruzzo, asciutto o leggermente umido, con pennello o a spruzzo con airless. Per assicurare una perfetta adesione alla totalità della superficie del calcestruzzo è necessario far penetrare, molto bene, la resina nelle zone particolarmente irregolari e porose. L'applicazione della resina dovrà avvenire con temperature non inferiori a +5°C.

Il successivo getto di calcestruzzo fresco dovrà avvenire entro i tempi stabiliti dalla ditta produttrice della resina, allo scopo di evitare che le tensioni indotte dal ritiro idrometrico del conglomerato cementizio possano concentrarsi all'interfaccia interessata dall'incollaggio.

### 3.4) Solai d'interpiano e di copertura.

I carichi agenti durante il sisma sui solai possono far nascere, negli elementi strutturali, notevoli sforzi di flessione. Tale fenomeno sarà opportunamente controllato aumentando lo spessore dei solai con un massetto di calcestruzzo alleggerito, avente uno spessore medio di 5 cm, armato da rete elettrosaldata ben ancorata alla struttura.

Questo intervento, aumentando la rigidità dei solai nel loro piano, assicurerà il trasferimento delle azioni orizzontali alle strutture portanti.

Il getto sull'estradosso del solaio sarà costituito da conglomerato strutturale alleggerito in modo da ottenere un peso non superiore ai 1600 kg/mc, armato con rete metallica Ø 6 a maglia quadrata 15x15 cm.

Il collegamento del nodo strutturale "trave-solaio" sarà migliorato inserendo barre trasversali di acciaio (1+1 Ø 16/150" L = 80 cm.) in fori da 36 mm, predisposti perimetralmente alla struttura, sigillate con malta antiritiro e legate alla rete elettrosaldata.

Sul solaio di copertura, infine, sarà messo in opera un sistema isolante costituito da:

- pannelli rigidi in polistirene estruso espanso ad alta densità dello spessore di 4 cm;
- massetto alleggerito di argilla espansa dello spessore medio di 6 cm;
- massetto in cls di 5 cm;
- manto impermeabile prefabbricato costituito da membrana bitume polimero elastoplastomerica, avente uno spessore di 4 mm, con supporto inorganico sintetico e rivestimento superiore in ardesia protetto dal manto di tegole tipo marsigliese.

Un consolidamento così radicale, anche se inciderebbe sui costi d'intervento, è consigliabile sia alla luce delle vigenti norme in materia di costruzione in zona sismica sia per le seguenti considerazioni:

- 1) buona qualità delle caratteristiche meccaniche dei materiali;
- 2) assenza di alcuni elementi strutturali di collegamento, ritenuti indispensabili dalle vigenti norme in materia sismica ed in contrasto con l'ottica moderna di concezione strutturale;
- 3) tipologia di specializzazione della manodopera reperibile in loco.

Il vantaggio derivante da questa soluzione consiste nel garantire la necessaria sicurezza strutturale la quale, se eseguita a perfetta regola d'arte, non presenta disomogeneità strutturale ed imperfezioni puntuali.

#### **4.0) Riqualificazione plesso scolastico**

L'intervento prevede, per la messa in sicurezza dell'edificio scolastico, la sostituzione dei pavimenti con nuovi, aventi caratteristiche antisdrucchiolevoli, realizzati con materiali il cui

coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd Rep. CEC 6/81, sia superiore ai seguenti valori:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I predetti valori di attrito non saranno modificati dall'apposizione i strati di finitura e/o protezione dello stesso pavimento.

Per la posa in opera sarà realizzato uno strato di supporto idoneo a sopportare nel tempo i sovraccarichi previsti nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa. Questi ultimi avranno giunture inferiori a 5 mm stilate con materiali durevoli e con eventuali risalti di spessori non superiori a 2 mm.

Per consentire l'utilizzo dei bagni anche alle persone con ridotte capacità motorie sarà realizzato un locale bagno dotato di attrezzature idonee per garantire un'agevole fruizione di tale ambiente. La porta d'accesso avrà una luce netta minima di 0,90 mt con apertura verso l'esodo.

Esso sarà attrezzato con una tazza e accessori, lavabo, specchio, corrimani orizzontali e verticali, campanello elettrico di segnalazione. La posizione della tazza wc garantirà uno spazio adeguato per l'avvicinamento e la rotazione di una sedia a rotelle. Tale distanza, inoltre, consentirà a chi usa il wc un'agevole appiglio ai corrimani posti sulla parete. Il bidet sarà posto ad una distanza minima mt. 0,40 dalla parete laterale destra.

La distanza fra il bordo anteriore della tazza wc e la parete posteriore sarà maggiore di mt 0.80, l'altezza del piano superiore della tazza è prevista a mt 0.50 dal pavimento.

Gli accessori (comando per il lavaggio idraulico della tazza wc, porta carta igienica) saranno posizionati in modo da rendere l'uso agevole ed immediato.

Il piano superiore del lavabo è previsto ad un'altezza di mt 0.80 dal pavimento e sarà del tipo a mensola, in maniera da consentire un adeguato avvicinamento con sedia a rotelle.

Le tubazioni di adduzione e di scarico saranno sotto traccia in modo da evitare ogni possibile ingombro sotto il lavabo. La rubinetteria sarà con il comando a leva.

Tale locale igienico sarà provvisto di corrimano orizzontale continuo fissato lungo l'intero perimetro del locale, ad eccezione dello spazio interessato dal lavabo e dalla porta, ad un'altezza di mt 0.80 dal pavimento ed una distanza di cm 5 dalla parete.

Il corrimano è previsto in tubo di acciaio da un pollice, rivestito e verniciato con materiale plastico antiusura.

Il campanello elettrico sarà del tipo a cordone, posto in prossimità della tazza wc, con suoneria ubicata nell'area di accoglienza e ricreativa al fine di consentire l'immediata percezione della eventuale richiesta di assistenza.

#### *Impianto montascale*

Al fine di consentire la visitabilità e la fruizione di tutti i locali a persone in carrozzella, è stato previsto l'installazione di un impianto montascale all'interno della struttura il quale collegherà il primo piano al piano terra del plesso scolastico (vedi elaborati grafici).

### **5.0) Adeguamento impianti antincendio e tecnologici**

#### Impianto antincendio

##### *Rete idranti*

Poiché trattasi di scuola di tipo 1 la rete idranti esistente sarà opportunamente ampliata allo scopo di disporre, per ogni singolo piano, nuovi idranti nelle aree attuale non servite. Gli idranti saranno conformi alla norma UNI EN 671-2, UNI 45 o UNI 70, composta da saracinesca a vite, manichetta in nylon gommato (UNI EN 14540 o UNI 9487), lancia erogatrice a triplice effetto.

Esternamente all'edificio, al piede di ogni colonna montante, saranno installati n. 2 idranti soprasuolo a colonna di tipo C (UNI EN 14384), con scarico automatico di svuotamento antigelo, composto da 2 bocche di uscita UNI 45 o UNI 70 filettate UNI 810 per consentire l'attacco di mandata per l'autopompa.

L'alimentazione alla rete sarà garantita mediante riserva idrica (n. 2 serbatoi) e sistema di pompaggio in modo da ottenere una pressione di esercizio non inferiore a 1.5 bar, mentre, la lunghezza della tubazione flessibile sarà tale da consentire di raggiungere col getto ogni punto dell'area protetta.

L'impianto sarà dimensionato per garantire una portata minima di 360 l/min, per ogni colonna montante, consentire il funzionamento contemporaneo delle 2 colonne e poter alimentare l'erogazione, agli idranti idraulicamente più sfavoriti, di 120 l/min. con una pressione residua al bocchello di 1,5 bar per un tempo di almeno 60 min.

Le colonne montanti saranno a giorno posizionate lungo la facciata dell'edificio.

#### *Estintori*

All'interno dell'edificio sono installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore a 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'Interno, in numero non inferiore a 2 per ogni piano.

#### *Impianti di rilevazione incendi*

La struttura scolastica è priva di locali e/o ambienti con carico d'incendio superiore a 30 kg/mq, ad ogni modo è previsto l'installazione di un impianto per la rilevazione automatica d'incendio di tipo convenzionale, conforme alle normative EN 54-2/4 e UNI 12094, con 6 zone di rilevazione

#### Impianto elettrico

L'impianto elettrico del plesso scolastico sarà adeguato a quanto prescritto dalla Legge 46/90 alla luce del nuovo D.M. 37/2008 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici". Pertanto saranno rifatti i quadri elettrici esistenti, con le relative protezioni, in modo da rendere ogni linea completamente indipendente, le linee di distribuzione dell'energia elettrica e gli utilizzatori finali secondo quanto descritto nella relazione tecnica dell'impianto elettrico.

#### Impianto tecnologici

Tutta la rete di distribuzione per l'adduzione e lo scarico dell'acqua sanitaria sarà completamente rifatta, insieme, alle colonne montanti e fino al collegamento con la rete cittadina. Per quanto riguarda l'impianto termico sarà rifatta tutta la rete di distribuzione, i terminali (radiatori) e gli accessori necessari a regolare le temperature autonomamente di ogni singolo piano (sezionamento dell'impianto).

#### **6.0) Opere di finitura esterne ed interne**

Gli interventi previsti per il ripristino del decoro e la funzionalità del plesso scolastico riguardano la sistemazione dell'area esterna con la realizzazione di un sistema di isolamento perimetrale della struttura, al fine di evitare fenomeni di umidità e conseguente degrado delle pareti di tombagno, protetto da nuovo marciapiede.

Detto intervento consentirà di creare l'integrazione, la complementarietà e l'interoperabilità tra ambienti esterni ed interni a disposizione degli alunni, nonché la funzione di "**CIVIC CENTER**" contribuendo alla qualità del tessuto urbano circostante.

#### **Opere di finiture interne**

All'interno del plesso scolastico sono stati previsti il rifacimento di intonaco su gran parte di pareti e parti di solai, nonché la sostituzione di infissi interni e la dipintura con colori tenui pastello.

#### **7.0) Quadro tecnico economico**

Il costo complessivo computato, per l'esecuzione dei lavori, ammonta ad euro 614.097,42 di cui euro 591.761,86 soggetti a ribasso d'asta ed euro 22.335,56 quali oneri ordinari e speciali per la sicurezza dei lavori. L'importo complessivo totale di progetto ammonta ad €835.639,05.

Per la stima di cui all'allegato computo si è fatto riferimento all'elenco prezzi della Regione Puglia aggiornato all'anno 2017 e/o dedotti mediante prezzi di mercato locale correnti.