

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

**ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO
ELEMENTARE G. CARDUCCI**



ABACO SOC. COOPERATIVA DI RICERCA E PROGETTI

Viale Guglielmo Marconi, 2 Spoleto
Tel. 0743 222755 Fax 0743 222527 e-mail: info@studioabaco.com pec: abaco.coop@pec.it

Arch. E. Bacchettini

Arch. G. Cittadoni

Arch. L. Elisei

Arch. M. Orazi



ALL. 6

PROGETTO

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Data:
OTT. 2016

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

1 RELAZIONE DI VALUTAZIONE DI SICUREZZA (DM 14/1/08 §8.3)

1.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di ristrutturazione edilizia è costituito da una serie di accorgimenti volti all'adeguamento sismico dell'edificio. A tal proposito le lavorazioni da eseguire vengono di seguito sintetizzate:

Rinforzo a pressoflessione e a taglio di maschi murari, strisce e sottofinestra

L'intervento prevede il rinforzo delle fasce di piano mediante inserimento di un doppio strato di nastri in acciaio diagonali incrociati, da applicarsi in maniera diffusa su tutte le aperture dell'edificio, previo rimozione dell'intonaco, preparazione del supporto; stesura di un primo strato di malta: Si procede quindi alla stesura del tessuto in fibra di acciaio; esecuzione di un secondo strato di malta fino ad inglobare il tessuto di rinforzo; stesura del secondo strato di rinforzo; inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio.

Il rinforzo a pressoflessione ed a taglio dei setti perimetrali, e di alcuni allineamenti interni disposti nella direzione trasversale (y) prevede l'applicazione di nastri in fibra di acciaio galvanizzato disposti sia verticalmente (rinforzo a pressoflessione), sia orizzontalmente (rinforzo a taglio) su entrambe le facce del paramento murario e l'applicazione di diatoni, passanti e non, agli incroci. Le fasi di realizzazione dell'intervento sono quelle descritte sopra; per il numero degli strati e le tipologie di rete e leganti impiegate far riferimento agli elaborati grafici esecutivi della struttura.

Riparazione mediante l'applicazione di retio metalliche elettrosaldate

Nei setti interni in mattoni si prevede l'intervento combinato per il consolidamento di pareti tramite iniezioni di miscele a base di cemento o altra base legante, applicazione di rete elettrosaldata e betoncino con le seguenti modalità di esecuzione: scarnitura delle connessioni, pulitura e lavaggio della superficie muraria, sigillatura dei giunti con idonea malta scelta in accordo con la D.L., esecuzione di reticolo costituito da n. 6 iniezioni/mq, con diametro di perforazione di minimo mm 20, eseguita fino almeno alla metà dello spessore della muratura, iniezione miscela cemento tipo 425, applicazione di R.E. su entrambe le facce della muratura diametro minimo mm 5, maglia 10x10 cm, compresi ancoraggi, perforazioni e sigillatura dei fori, applicazione di intonaco con idonea malta a base di cemento antiritiro.

Consolidamento di archi in muratura

Rinforzo e collegamento di archi con placcaggio intradossale eseguito con materiali compositi. L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

- 1) eventuale preparazione delle superfici da rinforzare, mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura (da contabilizzare a parte); inumidire le superfici;
- 2) stesura di un primo strato di malta, di spessore di ca. 3 – 5 mm;
- 3) con malta ancora fresca, procedere alla posa, del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;
- 4) esecuzione del secondo strato di malta, di spessore di circa 3 – 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti;
- 5) eventuale ripetizione delle fasi (3), e (4) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto;
- 6) inserimento di connettori realizzati con un tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, da installarsi ogni 30-40 cm lungo lo sviluppo di installazione della fascia, previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla natura del successivo connettore, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfocchettatura", e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, inserimento del connettore preformato all'interno del foro con iniezione a bassa pressione finale di malta compatta.

Realizzazione di cerchiature metalliche

Rinforzo delle aperture in corrispondenza del vano ascensore mediante realizzazione di telai in acciaio secondo le seguenti fasi: posa in opera di puntellature; taglio di muratura per posizionamento di architrave; posa in opera di architrave; posa in opera dei traversi inferiori ed esecuzione dei collegamenti mediante barre B450C Ø12 mm; posa in opera dei montanti relativi alla realizzazione della cerchiatura ed esecuzione del collegamento alla base e con l'architrave mediante saldature a completa penetrazione; ripristino della muratura demolita per l'esecuzione della cerchiatura; posa in opera delle barre in acciaio B450C Ø12 mm per il collegamento dei montanti alla muratura.

Nuova muratura in blocchi portanti antisismici 30x45x19 cm mediante opportuno collegamento alla muratura esistente e realizzazione di cordoli di interpiano al di sotto dei muri nuovi armato con 3+3Ø16 mm e staffe Ø8 mm/20 cm.

Chiusura di vani di porte, finestre o di altre aperture interne ed esterne o nicchie di vecchie strutture murarie anche semidemolite o pericolanti, eseguita a tutto spessore con impiego di mattoni pieni.

Consolidamento solai di piano con fasce in fibra di acciaio all'intradosso

Consolidamento e rinforzo a flessione di solai in laterocemento degradato con problemi di ammaloramento del cls mediante: puntellatura del solaio; preparazione del supporto; stesura di un primo strato di malta, di spessore di ca. 3 – 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di malta, di spessore di circa 2 –3 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto. L'intervento prevede anche la realizzazione di controventi da realizzarsi sempre con tessuto in fibra di acciaio galvanizzato da porsi in opera secondo la metodologia sopra descritta.

Consolidamento solai di sottotetto mediante realizzazione di caldana armata e applicazione di fasce in fibra di acciaio all'intradosso

Consolidamento e rinforzo a flessione di solai in laterocemento degradato con problemi di ammaloramento del cls mediante: puntellatura del solaio; alloggiamento di polistirolo di riempimento; posa in opera di rete elettrosaldata Ø6/15x15 cm e getto di soletta in calcestruzzo C25/30 per uno spessore medio di 5 cm, resa solidale ai travetti in c.a. mediante connettori metallici. Rinforzo all'intradosso mediante: preparazione del supporto; stesura di un primo strato di malta, di spessore di ca. 3 – 5 mm; con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; esecuzione del secondo strato di malta, di spessore di circa 2 –3 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; eventuale ripetizione delle fasi per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto. L'intervento prevede anche la realizzazione di controventi da realizzarsi sempre con tessuto in fibra di acciaio galvanizzato da porsi in opera secondo la metodologia sopra descritta.

Rinforzo di travi in c.a. all'intradosso

Rinforzo delle travi in c.a. al di sotto dei divisori aule a flessione e taglio da eseguirsi mediante le seguenti fasi: preparazione del supporto, stesura di un primo strato di malta all'intradosso della trave lungo la sua estensione in direzione longitudinale; stesura del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza per il rinforzo a flessione; stesura della malta per il rinforzo a taglio ad "U" e applicazione della fibra in acciaio ad interasse come da elaborati grafici esecutivi della struttura.

Realizzazione di telaio in acciaio in copertura

Nella porzione sud della copertura, visto l'elevata luce, si prevede di realizzare un telaio in acciaio in modo di andare a "rompere" la luce del solaio, facendo sì che risulti verificato. L'intervento prevede l'inserimento di puntoni HEA180 da collegare al cordolo e alla muratura, posti ad un interasse di 2,40m; tra un HEA e l'altro verranno disposte due travi IPE180 bullonate ai puntoni, come da elaborati grafici esecutivi allegati.

Per quanto non espressamente indicato si faccia riferimento alle tavole grafiche allegate.

Nella sezione "Relazione di calcolo", verranno riportate le verifiche locali relative a tutti gli elementi strutturali di nuova realizzazione.

1.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture, le norme di riferimento adottate sono riportate nel seguito:

Legge 5 Novembre 1971 n° 1086 – Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica;

Decreto Ministero delle Infrastrutture del 14 Gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;

Decreto Ministero delle Infrastrutture del 6 Maggio 2008 – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove “Norme tecniche per le costruzioni”;

Circolare 2 febbraio 2009 n°617 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle nuove “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;

CIRCOLARE 5 agosto 2009 MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI - Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008: Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248. (09A09857);

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale: Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive;

Norma tecnica UNI ENV 1992-1-1:1993, Eurocodice 2 progettazione delle strutture di calcestruzzo;

CNR-UNI 10011 Giugno 1988 - Costruzioni di acciaio.

REFERENZE TECNICHE

UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;

UNI EN 1995-1 - Costruzioni in legno;

UNI EN 1998-1 - Azioni sismiche e regole sulle costruzioni;

UNI EN 1998-5 - Fondazioni ed opere di sostegno;

UNI EN 10025-2 - Laminati a caldo con profili metallici a sezione aperta;

UNI EN 10210-1 - Laminati a caldo con profili metallici a sezione cava.

SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

I vincoli tra i vari elementi strutturali e la muratura sono modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono di tipo elastico lineari, così come riportato nella relazione sui materiali.

TOLLERANZE

Nel calcolo si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

Per il copriferro – 5 mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm

Per dimensioni = 400 mm ± 15 mm

Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi le tolleranze sono ricavabili mediante interpolazione lineare.

1.3 ESITO DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA SVOLTE

Per la valutazione sismica dell'edificio si farà riferimento ai dettami del Capitolo 8 delle Norme Tecniche relative ad "Edifici Esistenti" ed, in particolare, al § 8.7.1 "Costruzioni in muratura" delle NTC ed al §C.8.7.1. In particolare sarà eseguito il controllo dei requisiti di sicurezza dell'edificio nei confronti dello stato limite di salvaguardia della vita. Gli effetti dell'azione sismica saranno combinati con gli effetti degli altri carichi permanenti ed accidentali in base al §C8.7.1.3 con uno dei metodi di cui al §7.3.5 delle NTC.

In particolare sono state condotte le seguenti analisi:

Analisi statica lineare non sismica

Analisi modale per la determinazione dei modi di vibrare del sistema;

Analisi dinamica con spettro di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica.

1.3.1 Analisi statica lineare non sismica



1.3.2 Analisi dinamica modale

1° MODO

| Percentuale di massa partecipante in direzione x e y | | Massa Tot.x | Massa Tot.y | Periodo proprio |
|--|-------------------|-------------|-------------|-----------------|
| $M^*_x = 0.0 \%$ | $M^*_y = 80.5 \%$ | 0.0 % | 80.5 % | T=0.218 sec |

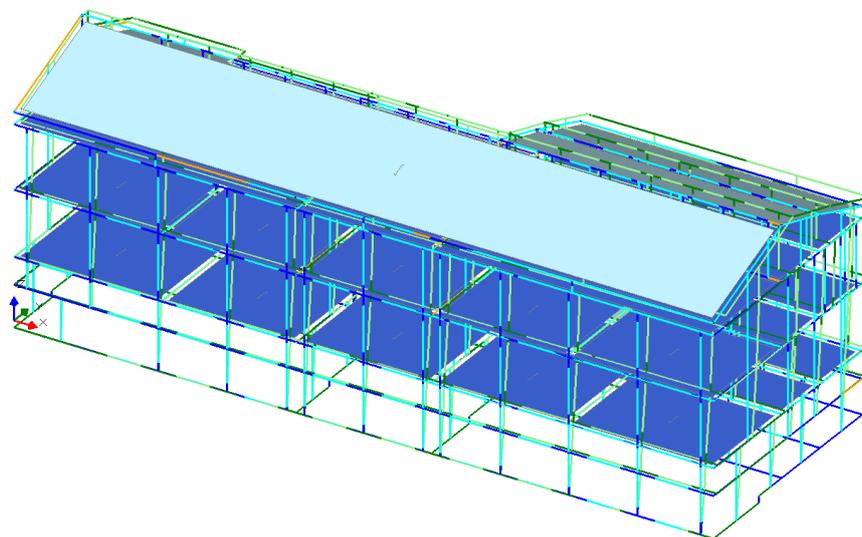


Immagine rappresentante la deformata del 1° Modo di vibrare della struttura

2° MODO

| Percentuale di massa partecipante in direzione x e y | | Massa Tot.x | Massa Tot.y | Periodo proprio |
|--|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| $M^*_x = 8.4 \%$ | $M^*_y = 3.7 \%$ | 8.4 % | 84.3 % | T=0.185 sec |

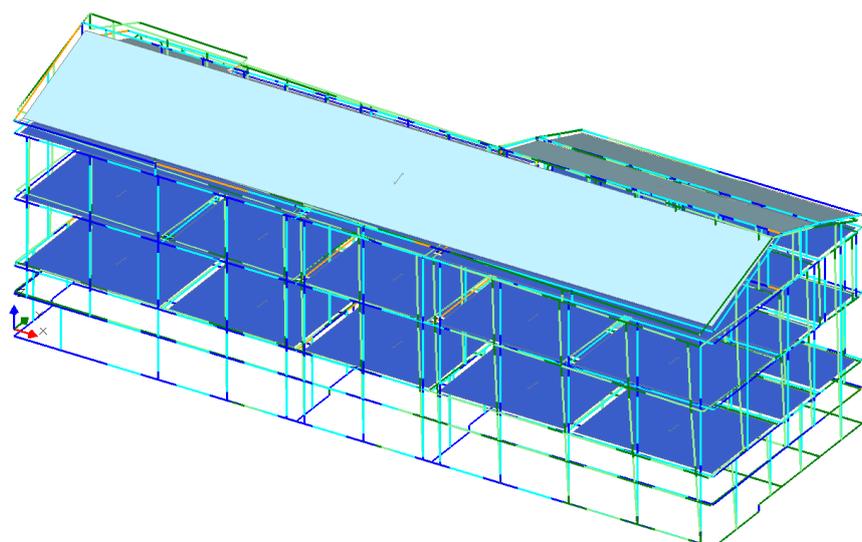


Immagine rappresentante la deformata del 2° Modo di vibrare della struttura

3° MODO

| Percentuale di massa partecipante in direzione x e y | | Massa Tot.x | Massa Tot.y | Periodo proprio |
|---|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| $M^*_x = 77.7 \%$ | $M^*_y = 0.2 \%$ | 81.6 % | 84.5 % | T=0.174 sec |

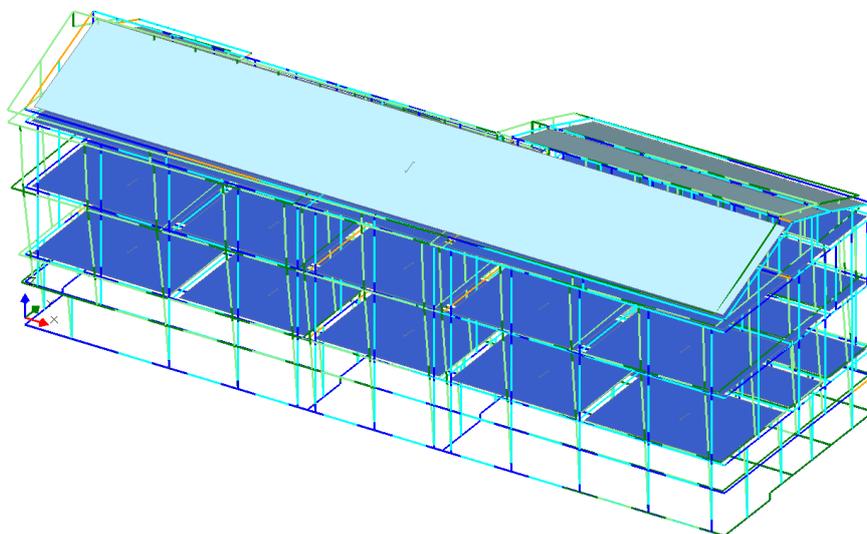


Immagine rappresentante la deformata del 3° Modo di vibrare della struttura

1.3.3 Analisi dinamica lineare con utilizzo del fattore di struttura q

- SLU di salvaguardia della Vita (SLV):

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)

Analisi Sismica, Dinamica Modale: Sintesi risultati

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)
Verifiche di Resistenza
Costruzione di Classe III: obbligatoria
 [§7.3.6.1, §7.8.2.2]

| | | |
|---|--------------|-------------|
| PressoFlessione Complanare [§7.8.2.2.1] | 1.006 | 100% |
| Taglio per Scorrimento [§7.8.2.2.2] | 1.015 | 100% |
| Taglio per Fessuraz. Diagonale [§C8.7.1.5] | 1.002 | 100% |
| PressoFlessione Ortogonale (da modello 3D) | | |
| PressoFlessione Ortogonale [§7.2.3] | 1.366 | 100% |
| SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5] | 1.244 | |

SLE di Danno (SLD)
Verifica degli Spostamenti
Costruzione di Classe III: obbligatoria
 [§7.3.7.2, §C7.3.7]

$(d,r / h)_{max}$ ('per mille'; deve essere: < 3) = **1.607**

Coefficiente di sicurezza $(= 3 / (d,r / h)_{max})$ = **1.867**

Vai a: Resistenza SLD e Spostamenti SLD ...

Chiudi

SLE di danno (SLD)

Analisi Sismica, Dinamica Modale: Sintesi risultati

Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLE di Danno (SLD)
Verifiche di Resistenza
Costruzione di Classe III: obbligatoria
 [§7.3.7.1, §7.8.2.2]

| | | |
|---|--------------|-------------|
| PressoFlessione Complanare [§7.8.2.2.1] | 1.591 | 100% |
| Taglio per Scorrimento [§7.8.2.2.2] | 2.655 | 100% |
| Taglio per Fessuraz. Diagonale [§C8.7.1.5] | 2.082 | 100% |
| PressoFlessione Ortogonale (da modello 3D) | | |
| PressoFlessione Ortogonale [§7.2.3] | 1.606 | 100% |
| SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5] | 1.780 | |

SLE di Operatività (SLO)
Verifica degli Spostamenti
Costruzione di Classe III: obbligatoria
 [§7.3.7.2, §C7.3.7]

$(d,r / h)_{max}$ ('per mille'; deve essere: < 2) = **1.310**

Coefficiente di sicurezza $(= 2 / (d,r / h)_{max})$ = **1.527**

Vai a: Resistenza SLV e Spostamenti SLD ...

Chiudi