



COMUNE DI NAPOLI



Unione Europea



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Coesione
Napoli



Riqualficazione funzionale e messa in
sicurezza del 21° Circolo Didattico
scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"
C.U.P. : **B68I22000170006**

PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giulio Davini

I PROGETTISTI

S.IN.T.E.C. s.r.l.



S.IN.T.E.C. S.R.L.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA PER IL TERRITORIO EDILE E CIVILE
Tel e Fax: 081.5263349

Via Oriani n.2, Pozzuoli (NA) 80078 - P.IVA.0778920636



Amm. Ing. Rodolfo Fisciano

Mandante

Ing. Luigi Passante



Mandante

Ing. Massimo Di Palma



Mandante

Geol. Loredana Cimmino



Mandante

Ing. Francesca Rosaria Fele



ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO	SCALA
ESD_RIA	Relazione sugli Interventi di Adeguamento	REVISIONE



OGGETTO: RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DEL 21°
CIRCOLO DIDATTICO SCUOLA DELL'INFANZIA "MARCO AURELIO"

C.U.P. : B68I22000170006

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUGLI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO DELLA COSTRUZIONE	5
3.1 DATI GEOMETRICI E STRUTTURALI	6
4. CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO	9
4.1 SINITESI DI VULNERABILITA' SISMICA ALLO STATO DI FATTO	9
4.2 CALCOLO DEL TEMPO DI INTERVENTO	12
4.3 PROBLEMATICHE RISCONTRATE	13
5. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO	14
5.1 SITUAZIONE ALLO STATO DI PROGETTO	14
5.1.1 Incremento di resistenza dei nodi, travi e pilastri in c.a. mediante fasciatura	14
5.1.2 Incremento di resistenza dei pilastri non verificati a taglio/pressoflessione mediante incamiciatura in c.a.	19
5.1.3 Realizzazione di giunti sismici.....	22
5.1.4 Realizzazione di nuova struttura in c.a. con rifacimento della copertura del Corpo B.....	26
5.1.5 Sostituzione di alcuni bulloni e piastre di collegamento nel Corpo C	29
6 CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO ALLO STATO DI PROGETTO	32
7 CONCLUSIONI	35

1. PREMESSA

La presente relazione si pone l'obiettivo di definire le opere architettoniche relative all'intervento di "RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DEL 21° CIRCOLO DIDATTICO SCUOLA DELL'INFANZIA "MARCO AURELIO". L'edificio oggetto di intervento, che ospita il 21° Circolo Scuola dell'Infanzia "Marco Aurelio" ricade in "Municipalità 9 – Soccavo" ed è sito in Napoli alla via Marco Aurelio n° 93. I lavori da eseguire prevedono principalmente i seguenti interventi:

- Opere di miglioramento sismico ed isolamento-impermeabilizzazione delle coperture dei corpi esagonali, tramite realizzazione di nuova copertura con soletta in calcestruzzo e lamiera grecata;
- Abbattimento e ricostruzione dei corridoi di collegamento tra il corpo centrale e i corpi esagonali e realizzazione di giunti sismici, adeguamento dell'altezza interna e nuova configurazione di uscita di emergenza, come da grafici di progetto;
- Opere di miglioramento sismico di alcuni telai strutturali del corpo A, tramite ringrosso dei pilastri strutturali esistenti;
- Rimozione delle lastre di marmo e arrotondamento degli spigoli interni delle aule, al fine di rendere gli ambienti più sicuri per i bambini;
- Sostituzione degli infissi esterni con adeguamento delle altezze dei parapetti che allo stato dei luoghi risultano inferiori ad 1.00 m, prevedendo sottoluce non apribili al di sotto delle ante scorrevoli apribili;
- Opere impiantistiche: installazione di split con pompa di calore/chiller, sostituzione di caldaia esistente con caldaia a condensazione e radiatori esistenti con radiatori in alluminio, sostituzione di boiler elettrici con collettori solari ed accumulo (integrazione con caldaia); nuovo impianto di ricambio d'aria; installazione di impianto fotovoltaico; sostituzione lampade esistenti con lampade LED; nuovo impianto idrico-sanitario.
- Posa in opera di nuovo controsoffitto modulare per passaggio impianti nel corridoio distributivo e nel refettorio;
- Riorganizzazione dei servizi igienici degli alunni con incremento del numero di vasi e lavabi;
- Realizzazione di nuovo servizio igienico per disabili;
- Tinteggiatura.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa vigente di riferimento per gli edifici esistenti è la seguente:

- Decreto Ministeriale 14/01/2008 – “Norme tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 – “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 – NTC08”;
- Decreto Ministeriale 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le Costruzioni NTC18”;
- Circolare del 21/01/2019 – “Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 – NTC18”.
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale – allineamento alle nuove Norme Tecniche per le costruzioni;
- D.P.R. 380/2001 s.m.i. "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- D.P.R. 207/2010 s.m.i. per la parte non abrogata;
- D.lgs 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici" e s.m.i.;
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 383 - Regolamento recante disciplina dei procedimenti di localizzazione delle opere di interesse statale;
- D. Lgs. 09/04/2008 n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.Lgs. 42/2004 s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 1 O della legge 6 luglio 2002, n. 137”;
- Linee Guida ANAC N°1 - Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria.
- Norme relative alla verifica della vulnerabilità sismica e valutazione della sicurezza strutturale
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. - Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale;
- Legge 77/2009 s.m.i.;
- D.P.C.M. 09/02/2011 Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008;
- Regolamento Regionale Lazio 13 luglio 2016 n. 14 "Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica”.
- O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 s.m.i.;
- O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005 s.m.i.;
- D.P.C.M. del 21/10/2003 Presidenza del Consiglio dei ministri Dipartimento della Protezione Civile.

3. DESCRIZIONE E INQUADRAMENTO DELLA COSTRUZIONE

A seguito dell'incarico conferito dal Comune di Napoli si è proceduto alla progettazione degli interventi di adeguamento sismico dell'Edificio scolastico "Marco Aurelio" ubicato in via Marco Aurelio, 93, in Soccavo (NA), in Soccavo (NA).



Foto 1 – Localizzazione dell'edificio

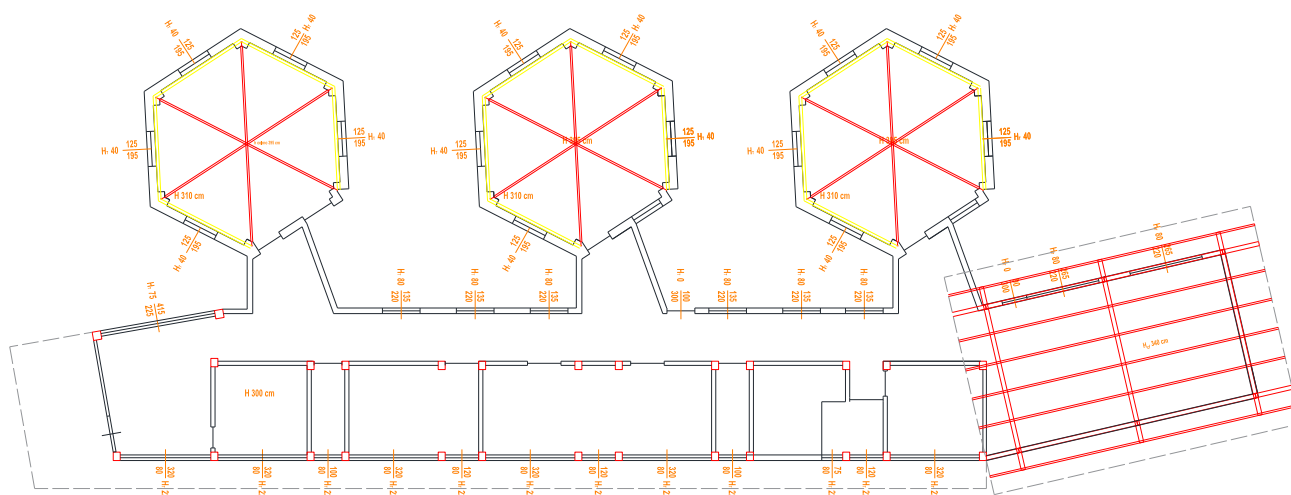
Il fabbricato in questione è un edificio scolastico costituito da un unico corpo di fabbrica, caratterizzato da diverse tipologie costruttive di strutture. La struttura portante principale è costituita da travi e pilastri in c.a. (CORPO A), mentre quella delle aule è costituita da pilastri e travi in acciaio (CORPI B e C); gli orizzontamenti sono costituiti da solai latero-cementizi nel Corpo A, coperture in legno lamellare nel Corpo B e solaio sandwich in lamiera grecata nel Corpo C. L'edificio presenta uno schema planimetrico a pianta irregolare, la cui superficie del singolo livello è di circa 330 mq. Si riporta nell'immagine che segue, la suddivisione in corpi della scuola:



La scuola è costituita da un unico livello fuori terra, caratterizzato da un'altezza interna media di circa 3,50 m.

3.1 DATI GEOMETRICI E STRUTTURALI

Il rilievo geometrico e strutturale è stato effettuato in sito tramite distanziometro laser, si riporta di seguito lo schema planimetrico di rilievo degli spazi:



Come anticipato ad inizio capitolo, la struttura si sviluppa su un unico livello ed è suddivisibile, per le diverse tecnologie costruttive che la compongono, in tre diversi corpi:

- Il primo, quello principale per estensione (Corpo A), caratterizzato da una struttura portante costituita da telai monodirezionali in calcestruzzo armato con pilastri avente sezioni 30x25 e 30x30 cm e travi a spessore. Il solaio, in latero-cemento classico, ha un'altezza strutturale di 25 cm e risulta essere ordito lungo la luce corta del corpo di fabbrica.
- Il secondo (Corpo B), caratterizzato da tre aule esagonali collegate al corpo in c.a. attraverso un corridoio avente altezza interna inferiore. Tali corpi di fabbrica sono costituiti da pilastri e travi in acciaio su cui insiste una copertura in legno spiovente avente altezza di colmo pari a 3,95 m e un'altezza minima di 3,10 m.
- Il terzo ed ultimo corpo (Corpo C) riguarda un'aula posta nella parte terminale del corpo A ed è costituito da una struttura intelaiata in acciaio i cui collegamenti sono costituiti da squadrette e flange bullonate; la copertura di tale corpo è costituito da un solaio sandwich in lamiera grecata.

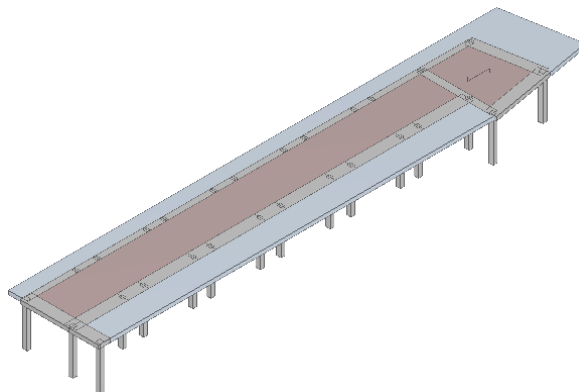
Oggetto: *Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"*

Vengono riportate di seguito diverse viste assonometriche contrapposte dei vari corpi in cui è stata la struttura, allo scopo di consentire una migliore comprensione dello stato di progetto del fabbricato oggetto della relazione:

CORPO A

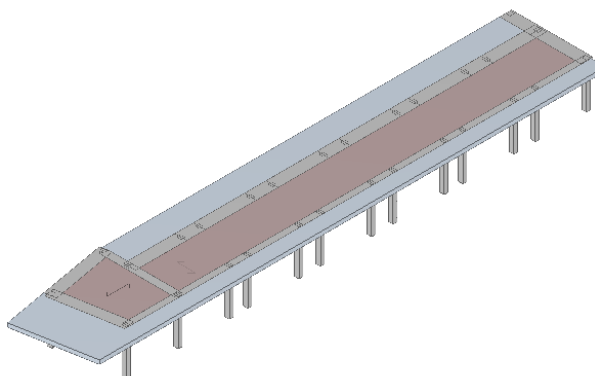
Vista Anteriore

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(1;1;-1)$



Vista Posteriore

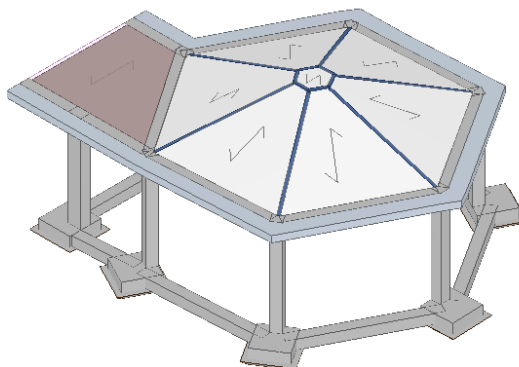
La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(1;1;-1)$



CORPO B

Vista Anteriore

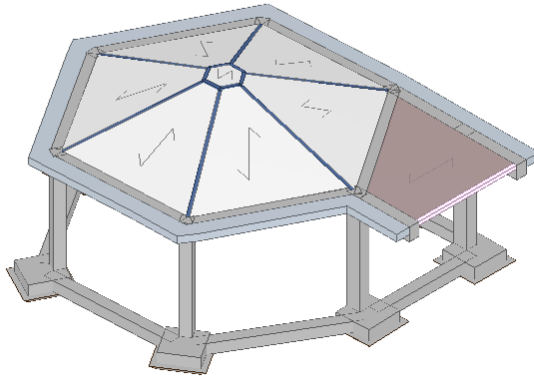
La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(1;1;-1)$



Oggetto: Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"

Vista Posteriore

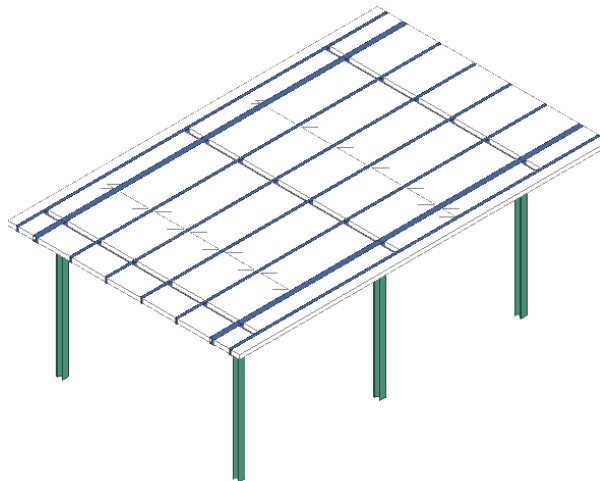
La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(-1;-1;-1)$



CORPO C

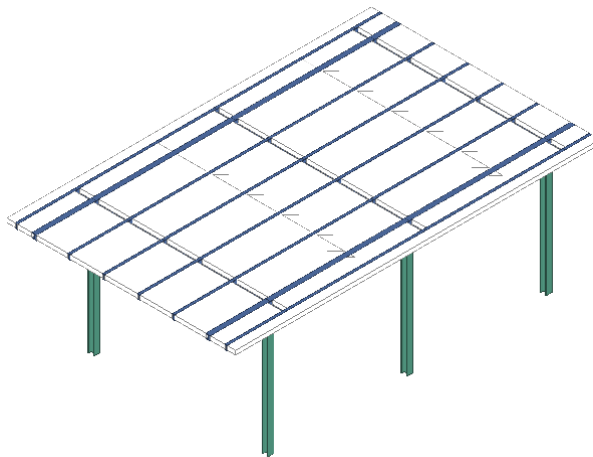
Vista Anteriore

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(1;1;-1)$



Vista Posteriore

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(-1;-1;-1)$



4. CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

4.1 SINITESI DI VULNERABILITA' SISMICA ALLO STATO DI FATTO

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per la classificazione del rischio sismico della costruzione secondo le *"Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni"* approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017.

Come previsto dalle suddette linee guida, la classificazione sismica è stata effettuata adottando il **metodo convenzionale**, per il quale sono previste otto Classi di Rischio, con rischio crescente da A⁺ a G.

Il metodo convenzionale consente di assegnare una classe di rischio (da A⁺ a G) pari alla minima tra due classi di rischio distinte e funzione di due parametri:

- l'Indice di Sicurezza (**IS-V**);
- la Perdita Annuale Media attesa (**PAM**).

L'Indice di Sicurezza è un parametro di sicurezza strutturale (noto anche come Indice di Rischio), dato da:

$$IS - V = \frac{PGA_c(SLV)}{PGA_d(SLV)};$$

dove:

$PGA_c(SLV)$ e $PGA_d(SLV)$ sono, rispettivamente, le accelerazioni di picco al suolo di *capacità* e di *domanda* corrispondenti al raggiungimento dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per la struttura in oggetto, dall'analisi si ottiene:

CORPO A:

$PGA_c(SLV)$	$PGA_d(SLV)$	IS-V
0.0786	0.2727	28.83

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **E** (cfr. Tabella 1).

CORPO B:

$PGA_c(SLV)$	$PGA_d(SLV)$	IS-V
0.1258	0.2727	46.13

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **C** (cfr. Tabella 1).

CORPO C:

$PGA_c(SLV)$	$PGA_d(SLV)$	IS-V
0.1108	0.2727	40.63

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **D** (cfr. Tabella 1).

Tabella 1 - Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza.

Indice di Sicurezza (IS-V)	Classe IS-V
$100 \% < IS-V$	A^+_{IS-V}
$80 \% < IS-V \leq 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% < IS-V \leq 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% < IS-V \leq 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% < IS-V \leq 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% < IS-V \leq 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Per la struttura in oggetto, dall'analisi si ottiene:

CORPO A:

PAM	Classe PAM
2.47	C

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

Classe IS-V	Classe PAM	CRS
E	C	E



CORPO B:

PAM	Classe PAM
1.06	B

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

Classe IS-V	Classe PAM	CRS
C	B	C



CORPO C:

PAM	Classe PAM
1.60	B

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

Classe IS-V	Classe PAM	CRS
D	B	D



4.2 CALCOLO DEL TEMPO DI INTERVENTO

Per stabilire l'**azione sismica** si utilizza la vita nominale per calcolare il **tempo di ritorno** del sisma, in funzione della **probabilità di superamento** P_{vr} per un dato stato limite. Quindi, utilizzando la **distribuzione di Poisson**, si ipotizza che in una data finestra temporale (**periodo di riferimento** V_r) è previsto che mediamente si verifichi **almeno un terremoto** di una data intensità (**accelerazione** a_g) avente un dato **tempo di ritorno** T_r (frequenza media annua $\lambda = 1/T_r$). L'accelerazione a_g viene ricavata dalle **curve di pericolosità sismica** in funzione di P_{vr} , considerando lo stato limite da analizzare.

$$V_N \rightarrow V_r = V_N \cdot C_u \rightarrow T_r = \frac{-V_r}{\ln(1 - P_{vr})} \rightarrow a_g$$

Dopo queste precisazioni, definiamo in maniera più completa i due tipi di durata:

- **Vita nominale** → numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali;
- **Periodo di riferimento** → periodo convenzionale di valutazione delle azioni sismiche.

Nel caso della **valutazione della vulnerabilità** di un edificio esistente, il concetto di "**vita nominale**" viene modificato trasformandolo dapprima in "**vita nominale restante**", e poi in "**tempo di intervento** T_{int} " per un dato meccanismo vulnerabile (circolare DPC/SISM/83283 del 4/11/2010). Inoltre, già per le opere che caratterizzano il patrimonio culturale è regolarmente ammesso un compromesso tra interventi e rischio, ammettendo anche vita nominale restante inferiore ai 50 anni.

La **vita nominale restante** è un parametro relativo solo alla perdita economica dei beni e non alla perdita di vite umane. Il **tempo di intervento** dovrebbe essere utilizzato per programmare e differire nel tempo gli interventi da realizzare.

Operativamente, per una **struttura esistente** si dovrà calcolare:

1. **Resistenza** in termini di **accelerazione** (PGA_r);
2. **Tempo di ritorno** T_{rR} della PGA_r ;
3. **Tempo di intervento** T_{int} considerando anche la classe d'uso dell'edificio C_u ;

$$T_{int} = -\frac{T_r}{C_u} \ln(1 - P_{vr})$$

In base alla DPC/SISM/83283 per T_{int} **superiore a 30 anni** si ritiene non necessaria un'immediata programmazione degli interventi. Se T_{int} **invece risulta minore o uguale a 2 anni** si configura un "particolare elemento di rischio" che implica l'**urgenza** degli interventi. Nel caso in cui T_{int} risulti nullo, la verifica non è risultata soddisfatta neanche per i soli carichi statici ed è obbligatorio intervenire immediatamente. In ogni caso il **parametro** T_{int} **è utile per la programmazione degli**

interventi per il relativo periodo, considerando anche la possibilità di fare un piano di emergenza in caso di sisma.

Il tempo di intervento è comunque da intendere in **termini probabilistici**.

Nel nostro caso in esame, con un fabbricato adibito a scuola, dunque C_u pari a 1,5 ed un tempo di ritorno avremo:

$$T_{int} = -\frac{T_r}{C_u} \ln(1 - P_{vr})$$

CORPO A $T_{int} = -\frac{44}{1,5} \ln(1 - 0,1) = 2,5 \text{ anni}$

CORPO B $T_{int} = -\frac{108}{1,5} \ln(1 - 0,1) = 6,2 \text{ anni}$

CORPO C $T_{int} = -\frac{83}{1,5} \ln(1 - 0,1) = 4,8 \text{ anni}$

Ciò vuol dire che per i prossimi 2,5 anni c'è la probabilità del 10% che la struttura in seguito ad un terremoto distruttivo (che avviene ogni 475 anni – SLV), possa subire danni importanti.

4.3 PROBLEMATICHE RISCONTRATE

Alla luce delle indagini effettuate e delle analisi condotte sono emerse le seguenti problematiche:

- L'edificio risulta verificato in termini di resistenza per carichi verticali allo Stato Limite Ultimo;
- Le armature longitudinali e trasversali degli elementi portanti del Corpo A sono sottodimensionate rispetto alle esigenze normative attuali e risultano incapaci di garantire l'opportuno grado di sicurezza della struttura in funzione della destinazione d'uso in condizioni sismiche.
- Le caratteristiche di resistenza dei collegamenti e piastre del Corpo C risultano incapaci di garantire l'opportuno grado di sicurezza della struttura in funzione della destinazione d'uso in condizioni sismiche; inoltre, si è riscontrato un forte fenomeno di martellamento tra il corpo A e il corpo C in quanto sprovvisto di giunto sismico.
- Le caratteristiche degli elementi portanti del corpo B risultano incapaci di garantire l'opportuno grado di sicurezza della struttura in funzione della destinazione d'uso in condizioni sismiche, inoltre il corridoio di collegamento tra il corpo in esame ed il corpo A risulta essere costituito da una struttura in acciaio leggero non idonea a sostenere gli eventuali sovraccarichi conseguenti ad un sisma.

5. INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO

5.1 SITUAZIONE ALLO STATO DI PROGETTO

Dai risultati dell'analisi di vulnerabilità sismica dell'edificio oggetto di analisi, i quali collocano la struttura in una classe di rischio sismico molto bassa (E), essendo l'indice di rischio pari a 0.288 e quindi inferiore a quanto indicato nel capitolo 8 del NTC2018

Ai fini della valutazione di sicurezza dell'edificio scolastico, si è proceduto con l'aumento della sicurezza strutturale mediante la progettazione di interventi di adeguamento sismico, portando l'indice di rischio pari all'unità.

Di seguito si presentano gli interventi di consolidamento strutturale che hanno come obiettivo quello di incrementare la capacità sismica dell'edificio, ottenendo l'adeguamento dell'edificio nei confronti dei carichi sismici:

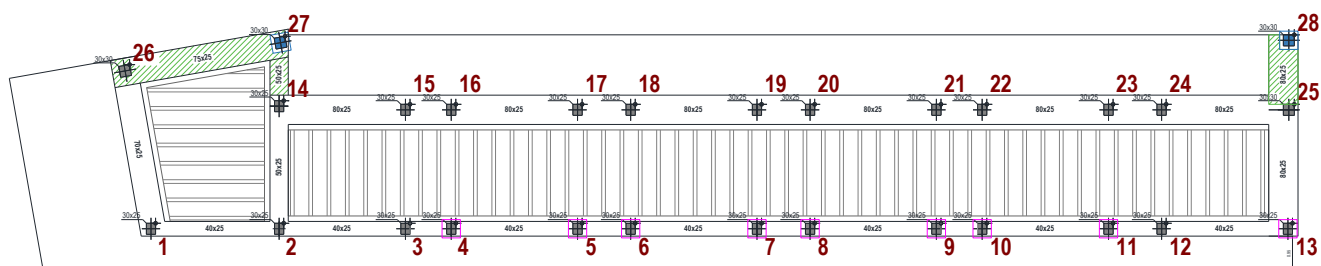
- Incremento della resistenza di travi non verificate a taglio/flessione mediante fasciatura con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta strutturale;
- Rinforzo dei nodi perimetrali in c.a. mediante fasciatura con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta strutturale;
- Incremento della resistenza di pilastri non verificati a taglio/flessione mediante incamiciatura in c.a.;
- Realizzazione di nuova struttura in c.a. con rifacimento della copertura del Corpo B;
- Realizzazione di giunto sismico da porre tra il Corpo A ed il Corpo B;
- Realizzazione di giunto sismico da porre tra il Corpo A e il Corpo C;
- Sostituzione di alcuni bulloni e piastre costituenti i collegamenti degli elementi in acciaio del Corpo C.

5.1.1 Incremento di resistenza dei nodi, travi e pilastri in c.a. mediante fasciatura

I rinforzi realizzati mediante fasciatura con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta minerale strutturale tixotropica consentono di perseguire:

- Aumento della resistenza a taglio (eliminazione collassi "fragili");
- Aumento della duttilità delle zone critiche;
- Aumento della resistenza a flessione.

Di seguito si riporta il posizionamento in pianta di questa tipologia di intervento:



Gli elementi strutturali su cui bisogna intervenire con fasciatura sono:

- Trave 26-27
- Trave 14-27
- Trave 25-28
- Nodi 4-5-6-7-8-9-10-11-13

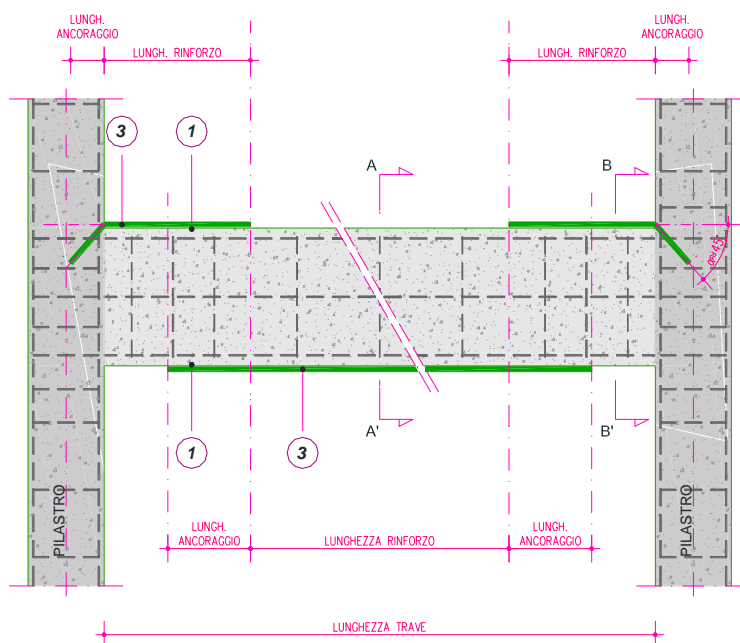
Tali rinforzi sono di tipo “selettivo”, pertanto è possibile ottimizzare l’intervento in modo da raggiungere l’obiettivo di rendere l’elemento “duttile”. I materiali fibro-rinforzati a matrice polimerica a fibre continue sono materiali compositi che mostrano un comportamento prevalentemente elastico lineare fino al collasso. Rispetto ad altri materiali da costruzione più comuni, i tessuti fibro-rinforzati presentano caratteristiche di leggerezza, elevate proprietà meccaniche, e non subiscono la corrosione. Inoltre, presentano il vantaggio che la loro applicazione non comporta aumenti di spessore degli elementi strutturali. Questo tipo di materiale si trova in commercio secondo varie forme: lamine, barre, tessuti. In particolare, il tessuto è formato da micro-trefoli di acciaio ad altissima resistenza (UHTSS) fissati su una rete in fibra di vetro che conferisce stabilità dimensionale nelle fasi d’installazione. Per le applicazioni legate al rinforzo di strutture esistenti le forme più comuni sono i tessuti bidirezionali, i quali si adattano facilmente alla superficie sui quali vengono applicati. L’applicazione di queste fibre viene effettuata mediante una malta strutturale (geomalta tixotropica), la quale consente la perfetta adesione con il supporto sottostante in calcestruzzo. Il rinforzo a taglio viene realizzato mediante l’applicazione di “fasce” ortogonali all’asse dell’elemento (trave o pilastro) e può essere utilizzato per ripristinare i criteri della gerarchia delle resistenze. Il rinforzo a flessione viene realizzato applicando nelle zone da rinforzare una o più lamine preformate, oppure in alternativa, uno o più strati di tessuto impregnati in situ. Il rinforzo a flessione è da utilizzare per elementi strutturali soggetti ad un momento flettente di progetto maggiore della corrispondente resistenza. Nel caso di elementi “duttili”, l’aumento della resistenza a flessione potrebbe creare un meccanismo di tipo “fragile”, pertanto è spesso necessario accoppiare anche il rinforzo a taglio.

Caratteristiche meccaniche del tessuto di rinforzo

Numero trefoli/cm	1,57
Grammatura del nastro (g/m^2)	≈ 670
Spessore equivalente del nastro (mm)	≈ 0.084
Resistenza a trazione per unità di lunghezza	2,35
Resistenza a trazione dei fili d'acciaio	$> 2900 \text{ MPa}$
Modulo elastico dei fili d'acciaio	$> 205 \text{ GPa}$
Deformazione a rottura	$> 1,4\%$
Area filo	$0,1076 \text{ mm}^2$

L'aumento della resistenza a flessione è previsto in presenza di elementi con debole armatura, in quanto la presenza di elevate quantità di armatura esistente rende inefficace il contributo del tessuto.

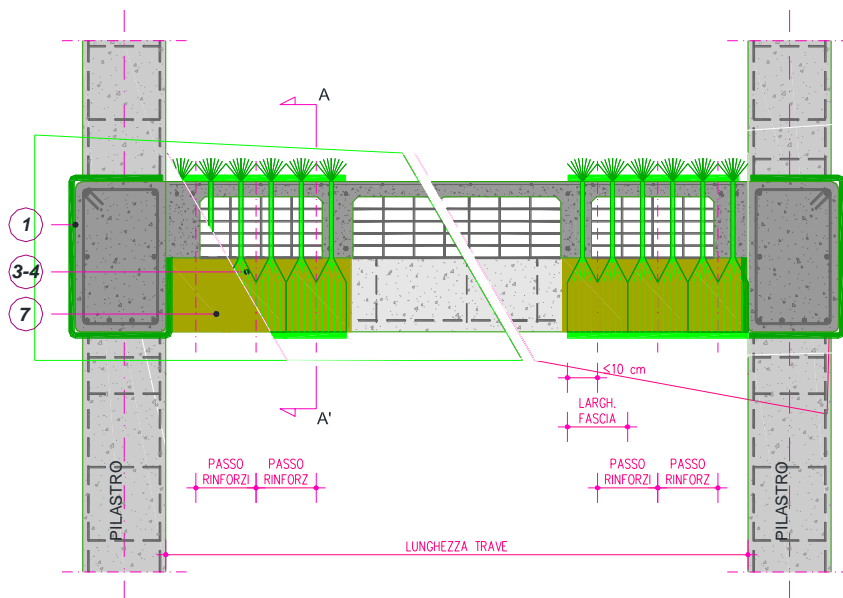
La massima efficacia del rinforzo a flessione si ottiene ad una certa distanza l_b dall'estremo della fibra, la quale deve essere superiore alla lunghezza ottimale di ancoraggio, calcolata in funzione delle caratteristiche della fibra e del calcestruzzo di supporto.



Fasciatura per flessione

Alcune precauzioni da prendere, in fase di messa in opera del tessuto, possono essere ad esempio, in caso di supporti non degradati eccessivamente, di irruvidire la superficie di contatto e prevedere la pulizia e rimozione di polveri o oli che possono compromettere l'adesione del tessuto al supporto. Nel caso in cui ci sia un supporto degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi si consiglia la rimozione del cls ammalorato mediante scarifica meccanica o

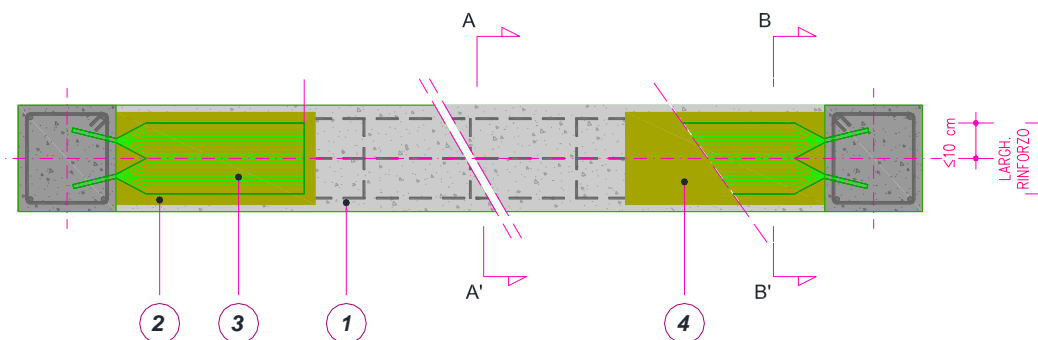
idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm; successivamente, qualora fosse necessario, è prevista la rimozione della ruggine dalle barre d'armatura mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura, ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante la geomalta tixotropica prima di applicare il tessuto.



Fasciatura per taglio

Fasi esecutive di messa in opera dell'intervento

1. Preparazione del substrato di applicazione, rendendolo ruvido mediante
2. Stesura di una prima mano di Geolite, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio 3-5 mm) per regolarizzarlo e per applicare ed inglobare il tessuto di rinforzo. Prevedere la posa dei successivi strati di tessuto sulla matrice ancora fresca;
3. Posa di una fascia di rinforzo longitudinale/trasversale (a seconda se l'intervento è volto a migliorare rispettivamente la flessione o il taglio) sulla trave in c.a. oggetto dell'intervento mediante l'applicazione, sulla matrice ancora fresca, del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato GEOSTEEL G600/G1200, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice.



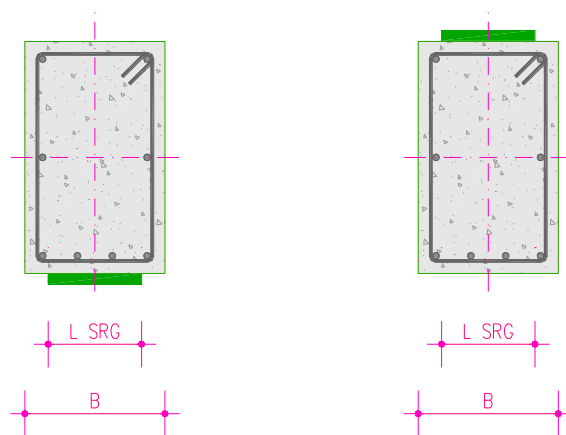
4. Rasatura finale protettiva, realizzata con Geolite, per uno spessore complessivo del rinforzo pari a 5-8 mm, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti ed avendo cura di agire fresco su fresco.

Si raccomanda, nei punti di giunzione longitudinale, di sovrapporre i due strati di tessuto per almeno 30 cm.

Dettagli in sezione per fasciatura di travi a taglio e flessione

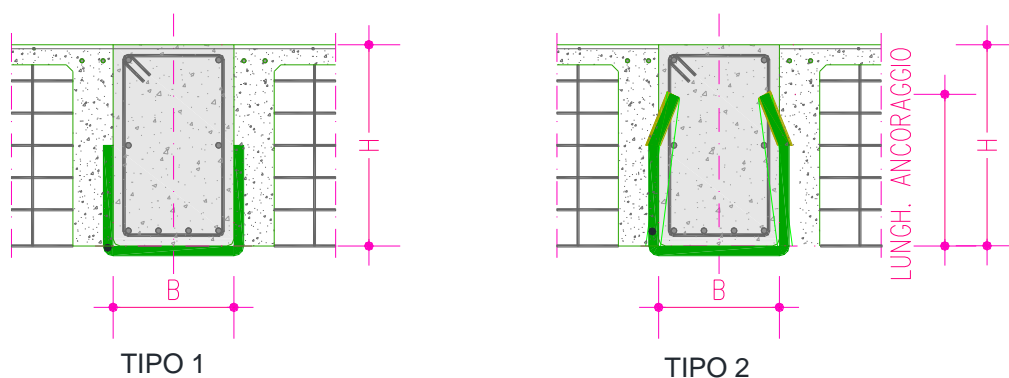
- Flessione

Il sistema di rinforzo va applicato rispettivamente all'intradosso o all'estradosso a seconda che il momento flettente agente sia positivo o negativo.



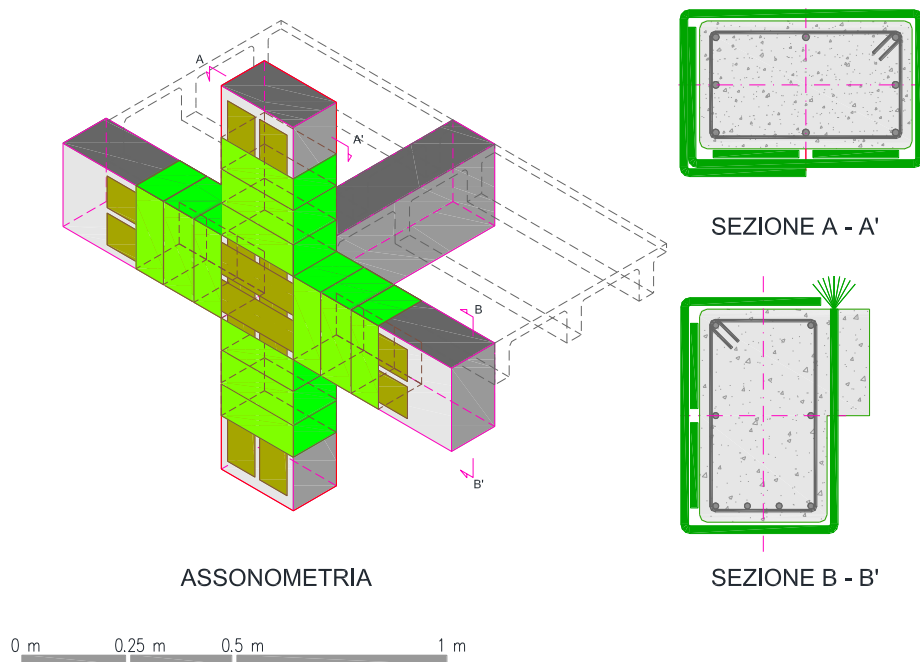
- Taglio

Il sistema di rinforzo va applicato ad "U" in senso trasversale all'asse dell'elemento. In questo caso è possibile estendere la lunghezza efficace del rinforzo a tutta l'altezza utile della trave, realizzando l'ancoraggio della fascia all'interno dello spessore del solaio.



Per i nodi travi-pilastro l'intervento con fasciatura risulta, rispetto ad altre soluzioni, di facile realizzazione in quanto l'applicazione oltre ad essere esterna all'elemento strutturale, si adatta alle diverse forme geometriche del nodo. Come ogni rinforzo con fibre è importante creare un supporto il più omogeneo e resistente possibile. Si riportano di seguito degli esempi tipologici di

rinforzo dei nodi trave-pilastro in c.a. mediante fasciatura con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato e geomalta strutturale.

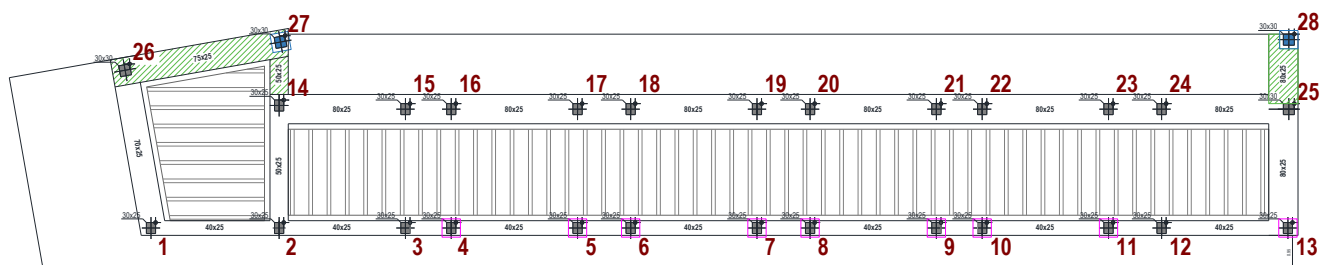


Fasciatura del nodo in c.a.

5.1.2 Incremento di resistenza dei pilastri non verificati a taglio/pressoflessione mediante incamiciatura in c.a.

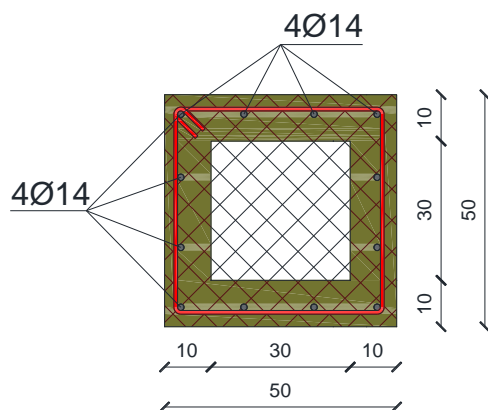
Alcuni elementi strutturali del fabbricato risultano inadeguati a sopportare i carichi sismici previsti dalla normativa attuale; si può prevedere, pertanto, il ringrosso delle sezioni dei pilastri in c.a. non verificati.

Di seguito si riporta il posizionamento in pianta di questa tipologia di intervento:

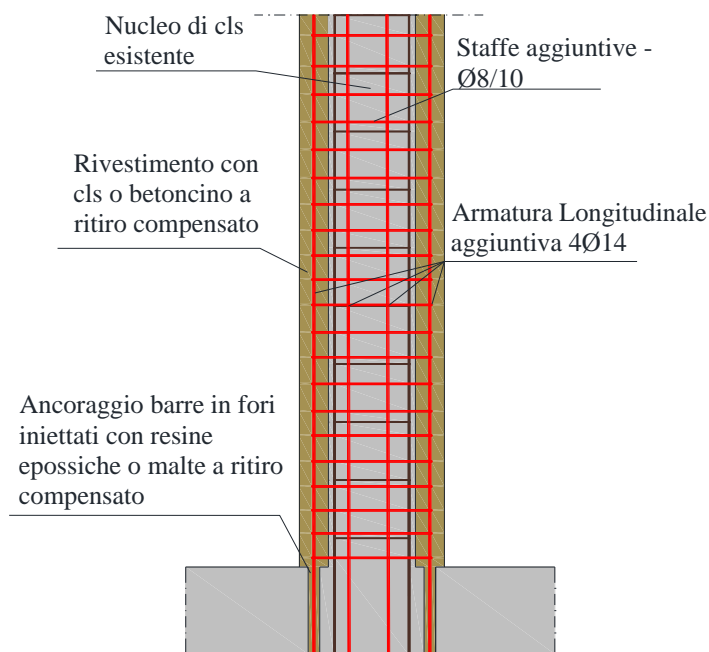


- Pilastro 27
- Pilastro 28

La soluzione proposta per incrementare la resistenza e duttilità necessarie di singoli elementi strutturali è l'incamiciatura in c.a., ringrossando le sezioni di due pilastri in c.a. Nella fattispecie, per ciò che concerne i pilastri, si tratterebbe di realizzare dei getti integrativi opportunamente armati e connessi agli elementi preesistenti, di spessore minimo su ciascun lato non inferiore ad 80-100mm, per l'altezza necessaria, secondo quanto schematicamente rappresentato di seguito:



Schema tipo ringrosso dei pilastri



Ringrosso tipo dei pilastri

I ringrossi previsti verranno eseguiti adottando un calcestruzzo C25/30 e armatura aggiuntiva longitudinale e trasversale B450C.

Questa tipologia di intervento sui pilastri indicati, consente di perseguire i seguenti benefici:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali con un copriferro adeguato. Nel caso che la camicia non avvolga completamente l'elemento, è necessario mettere a nudo le armature nelle facce non incamiciate, e collegare a queste ultime le armature delle facce incamiciate.

Se le camicie servono ad aumentare la resistenza flessionale, le barre longitudinali devono attraversare il solaio in apposite forature continue e essere ancorate con adeguata staffatura alle estremità del pilastro inferiore e superiore.

Se le camicie servono solo per aumentare la resistenza a taglio e la deformabilità, o anche a migliorare l'efficienza delle giunzioni, esse devono fermarsi a circa 10 mm dal solaio.

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- si trascura il fatto che il carico assiale è applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento, e si considera che esso agisca sull'intera sezione incamiciata;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

I valori della capacità da adottare nelle verifiche sono quelli calcolati con riferimento alla sezione incamiciata nelle ipotesi semplificative su indicate ridotte secondo le espressioni seguenti:

$$\text{resistenza a taglio:} \quad V_R^* = 0,9 \cdot V_R \quad (\text{C8.7.4.1})$$

$$\text{resistenza a flessione:} \quad M_y^* = 0,9 \cdot M_y \quad (\text{C8.7.4.2})$$

$$\text{deformabilità allo snervamento:} \quad \theta_y^* = 0,9 \cdot \theta_y \quad (\text{C8.7.4.3})$$

$$\text{deformabilità ultima:} \quad \theta_u^* = \theta_u \quad (\text{C8.7.4.4})$$

I valori da impiegare per le resistenze dei materiali saranno:

- a) per l'acciaio esistente, la resistenza ottenuta come media delle prove eseguite in sito e da fonti aggiuntive di informazione, divisa per il fattore di confidenza appropriato in relazione al Livello di Conoscenza raggiunto e, solo nel calcolo di V_R^* , divisa anche per il coefficiente parziale;
- b) per i materiali aggiunti, calcestruzzo ed acciaio, la resistenza di calcolo.

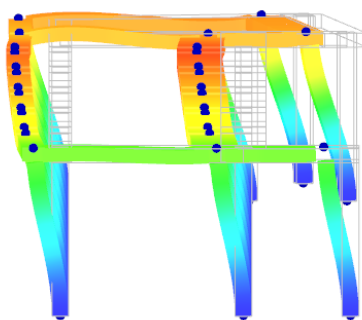
5.1.3 Realizzazione di giunti sismici

Giunto sismico tra i corpi A e B

Il presente paragrafo esplica il dimensionamento dei giunti sismici in elevazione tra il Corpo A e il corpo B. Lo scopo è quello di evitare fenomeni localizzati, quindi, la distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati allo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo §7.3.3 delle NTC 2018. La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati misurati dallo spiccato di fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida moltiplicata per $2A_g S/g < 1$.

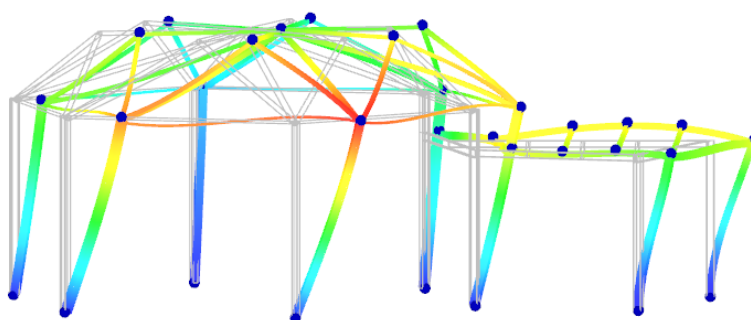
Per il calcolo del giunto sismico sono individuati gli spostamenti massimi lungo Y che subiscono i corpi allo SLV nella direzione principale.

CORPO A



Spostamento max: 1,66 cm

CORPO B



Spostamento max: 3,23 cm

Il giunto tecnico previsto in progetto tra il corpo A e il corpo B viene dimensionato tenendo conto degli spostamenti massimi (sopra indicati) calcolati. La distanza tra costruzioni contigue può essere stimata con la formulazione riportata al paragrafo 7.2.1 delle NTC 2018. Pertanto può essere

stimato lo spostamento massimo (x) della costruzione, allo SLV (stato limite di salvaguardia della vita) come segue:

$$x = \frac{Hn.e.}{100} * \frac{ag * S}{0,5 * g}$$

Corpo A

Direzione	x		
Combinazione	SLV		
dEe	1.66	cm	
T1	0.217	sec	
Tc	0.509	sec	
q	3.0		
Hn.e	302.5	cm	Altezza del punto di massimo spostamento dallo spiccato delle fondazioni
ag/g	0.1916		
Ss	1.42		Amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.IV NTC2018)
St	1		Amplificazione topografica [Tab. 3.2.V NTC2018]
S=SS*St	1.42		
X _H	1.64	cm	

Corpo B

Direzione	x		
Combinazione	SLV		
dEe	3.23	cm	
T1	0.853	sec	
Tc	0.509	sec	
q	1.5		
Hn.e	400	cm	Altezza del punto di massimo spostamento dallo spiccato delle fondazioni
ag/g	0.1916		
Ss	1.42		Amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.IV NTC2018)
St	1		Amplificazione topografica [Tab. 3.2.V NTC2018]
S=SS*St	1.42		
X _{KL}	2.17	cm	

$$X_H + X_{KL} = 1.64 + 2.17 = 3.81 \text{ cm}$$

Giunto effettivo: 5,00 cm

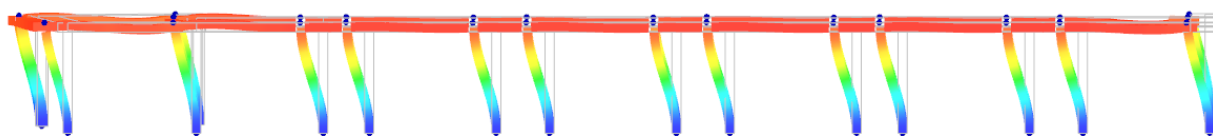
Giunto sismico tra i corpi A e C

Il presente paragrafo esplica il dimensionamento dei giunti sismici in elevazione tra il Corpo A e il corpo C. Lo scopo è quello di evitare fenomeni localizzati, garantendo ugualmente le ipotesi base per il calcolo del giunto sismico.

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati allo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo §7.3.3 delle NTC 2018. La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati misurati dallo spiccatto di fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida moltiplicata per $2A_g S/g < 1$.

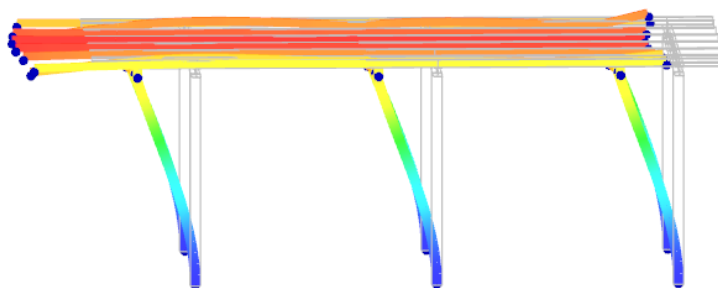
Per il calcolo del giunto sismico sono individuati gli spostamenti massimi lungo X che subiscono i corpi allo SLV nella direzione principale.

CORPO A



Spostamento max: 1,28 cm

CORPO C



Spostamento max: 6,39 cm

Il giunto tecnico previsto in progetto tra il corpo A e il corpo C viene dimensionato tenendo conto degli spostamenti massimi (sopra indicati) calcolati. La distanza tra costruzioni contigue può essere stimata con la formulazione riportata al paragrafo 7.2.1 delle NTC 2018. Pertanto può essere stimato lo spostamento massimo (y) della costruzione, allo SLV (stato limite di salvaguardia della vita) come segue:

$$x = \frac{Hn.e.}{100} * \frac{ag * S}{0,5 * g}$$

Corpo A

Direzione	y		
Combinazione	SLV		
dEe	1.28	cm	
T1	0.277	sec	
Tc	0.509	sec	
q	3.0		
Hn.e	302.5	cm	Altezza del punto di massimo spostamento dallo spiccato delle fondazioni
ag/g	0.1916		
Ss	1.42		Amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.IV NTC2018)
St	1		Amplificazione topografica [Tab. 3.2.V NTC2018]
S=SS*St	1.42		
X_H	1.65	cm	

Corpo C

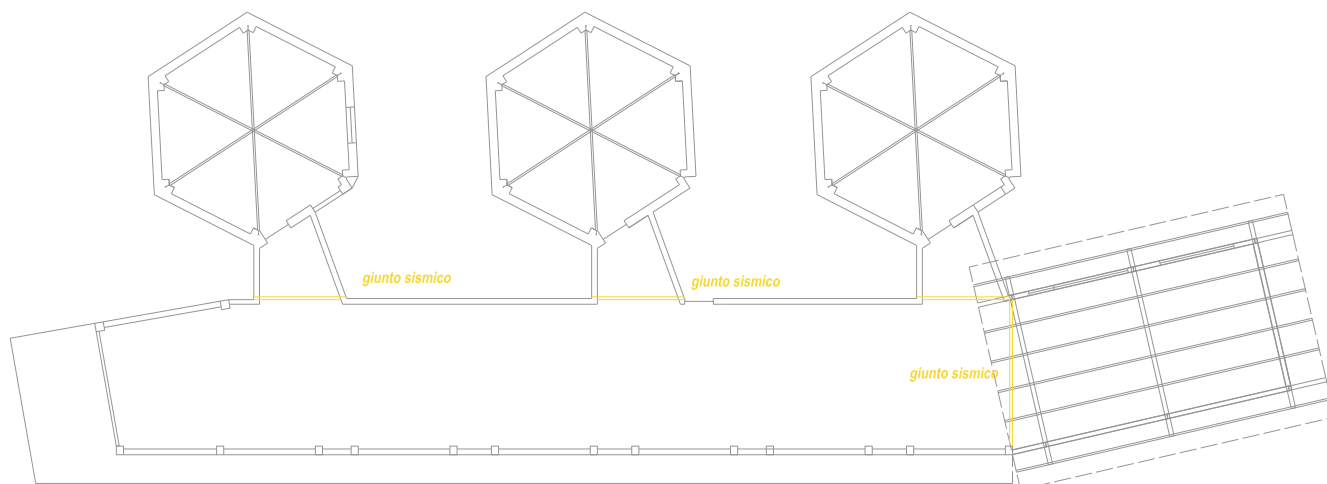
Direzione	x		
Combinazione	SLV		
dEe	6.39	cm	
T1	0.707	sec	
Tc	0.509	sec	
q	1.5		
Hn.e	410	cm	Altezza del punto di massimo spostamento dallo spiccato delle fondazioni
ag/g	0.1916		
Ss	1.42		Amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.IV NTC2018)
St	1		Amplificazione topografica [Tab. 3.2.V NTC2018]
S=SS*St	1.42		
X_{KL}	2.23	cm	

$$X_H + X_{KL} = 1.65 + 2.23 = 3.88 \text{ cm}$$

Giunto effettivo: 5,00 cm

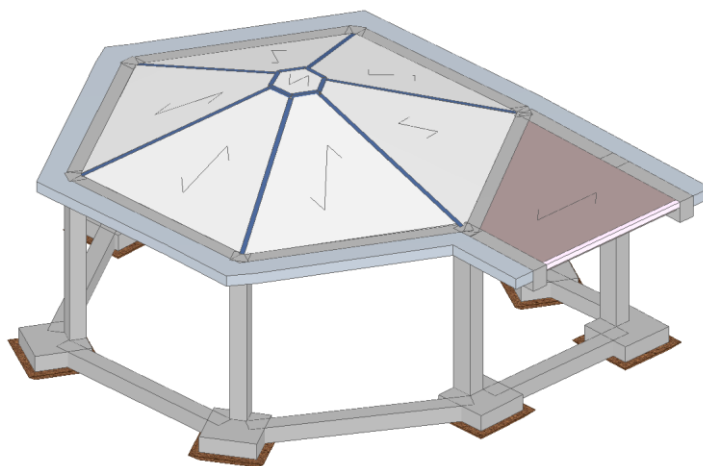
Posizionamento dei giunti

Di seguito il posizionamento in pianta dei giunti sismici sopra dimensionati:



5.1.4 Realizzazione di nuova struttura in c.a. con rifacimento della copertura del Corpo B

Il Corpo B, costituito da aule esagonali avente una struttura in acciaio con copertura in legno lamellare, necessitano, ai fini dell'adeguamento sismico, di una nuova struttura portante in c.a. da realizzarsi a tergo di quella esistente. Tale struttura sarà di supporto all'assorbimento delle azioni sismiche di progetto e fungerà da scarico per la nuova copertura che sarà costituita da un solaio in acciaio con lamiera grecata, su cui sarà gettata una soletta in c.a. collaborante.

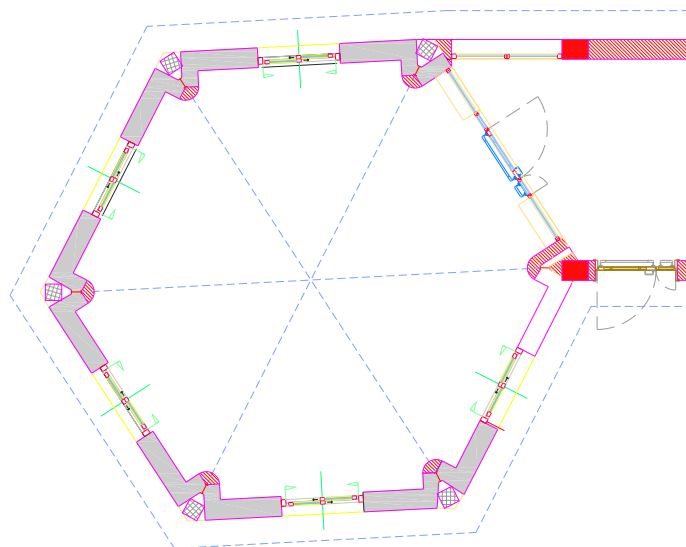


Inoltre, il corridoio di collegamento che unisce il corpo in calcestruzzo armato con le aule esagonali, sarà completamente abbattuto e realizzato ex-novo, inglobandolo nella nuova struttura in c.a. che si realizzerà a sostegno del corpo aula. La copertura del nuovo corridoio sarà costituita

da un solaio in latero-cemento avente spessore strutturale di 20 cm (16+4), gettato insieme alle nuove travi in c.a.

La struttura in c.a. da realizzarsi ad integrazione di quella esistente in acciaio, sarà fondata su fondazioni superficiali costituite da plinti collegati tra loro mediante travi di collegamento. Per la presenza della fondazione superficiale dei pilastri in acciaio esistenti, si prevede la demolizione delle stesse per lasciare spazio alla realizzazione delle nuove fondazioni di progetto. Per tutte le informazioni geometriche delle nuove fondazioni, si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio allegati.

Di seguito si riporta lo schema planimetrico dello stato di progetto del corpo in esame:



La struttura in c.a. sarà composta da 5 pilastri avente sezione 30x30 cm e due pilastri con sezione 30x40 cm in corrispondenza del nuovo corridoio da realizzarsi. Tutti i pilastri saranno fondati su plinti avente dimensioni in pianta pari a 100x100 cm e spessore 30 cm; essi saranno collegati mediante travi di collegamento di sezione 30x30 cm. Le travi perimetrali, anch'esse in c.a. avranno sezione 25x40 cm e avranno la funzione di assorbire, oltre le azioni sismiche di progetto, lo scarico proveniente dalla nuova copertura. Quest'ultima sarà realizzata mediante la messa in opera di 6 travi di copertura IPE 160 in acciaio S275, inglobate nel getto dei pilastri da un lato (quota 2,95 m) e ancorate mediante saldatura ad un anello di colmo (quota 4,12 m), costituito da profili UPN 200 in acciaio S275. Su queste travi di copertura sarà ancorata una lamiera grecata del tipo:

Lamiera grecata

Lamiera grecata costituita da acciaio zincato S280GD di cui alla norma UNI EN 10326:2004 ed equivalente, per le prestazioni meccaniche, al tipo S275 di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Essa avrà le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 280$ MPa;
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 360$ MPa;

- allungamento percentuale a rottura $\varepsilon_{su} \geq 18 \%$.

Il collegamento con le travi avverrà mediante opportuni connettori del tipo:

Pioli

Per garantire un effetto collaborante tra la soletta in calcestruzzo e le sottostanti travi in acciaio, vengono adottati connettori a piolo, di tipo NELSON. Essi vengono applicati per saldatura, senza metallo d'apporto, direttamente sulle travi, ma è possibile anche attraverso la lamiera grecata, utilizzando un impianto di saldatura di adeguate caratteristiche, al fine di garantire una saldatura a piena penetrazione nel materiale di base dalla tenuta eccellente.

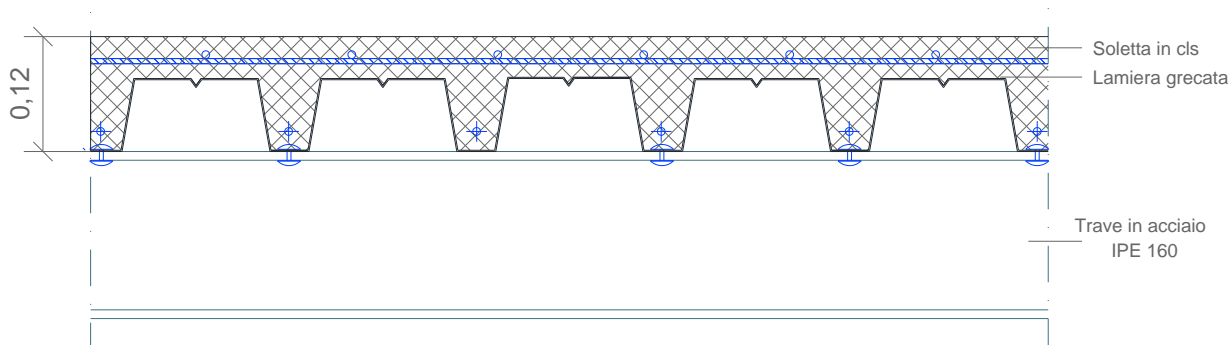
I connettori fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

$$C \leq 0,18 \%, \quad Mn \leq 0,90 \%, \quad S \leq 0,04 \%, \quad P \leq 0,05 \%$$

Si sceglie per questi pioli un acciaio a basso contenuto di carbonio S235 J2 + C450 con le seguenti caratteristiche meccaniche:

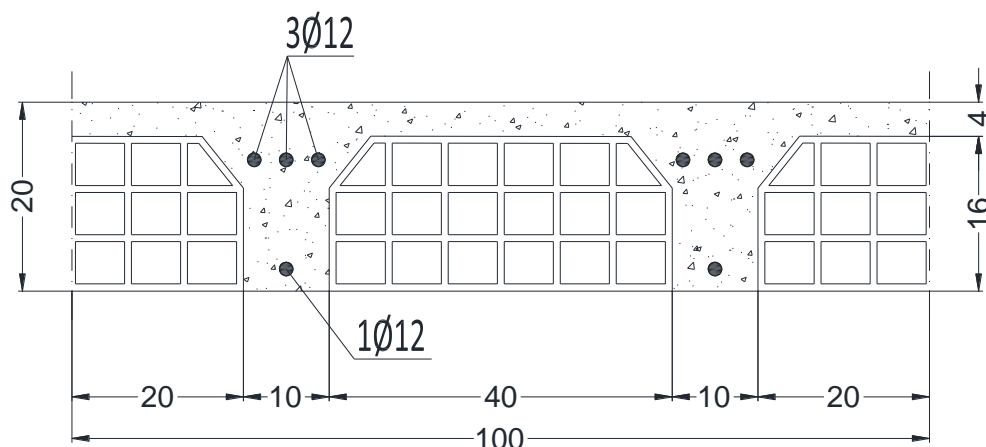
- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 350 \text{ MPa}$;
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 450 \text{ MPa}$;
- rapporto $f_{tk} / f_{yk} \geq 1,2$;
- allungamento percentuale a rottura ε_{su} (valutato su base $L_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$ dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) $\geq 15 \%$.

Sezione solaio in acciaio di progetto



Il corridoio, invece, avrà una copertura tradizionale in latero-cemento avente spessore strutturale complessivo di 20 cm (16+4); i travetti, aventi base di 10 cm, sono armati con un ferro $\phi 12$ superiore ed inferiore in mezzera, mentre sugli appoggi vanno aggiunti due ferri $\phi 12$ superiormente per sopperire alla domanda in termini di flessione negativa.

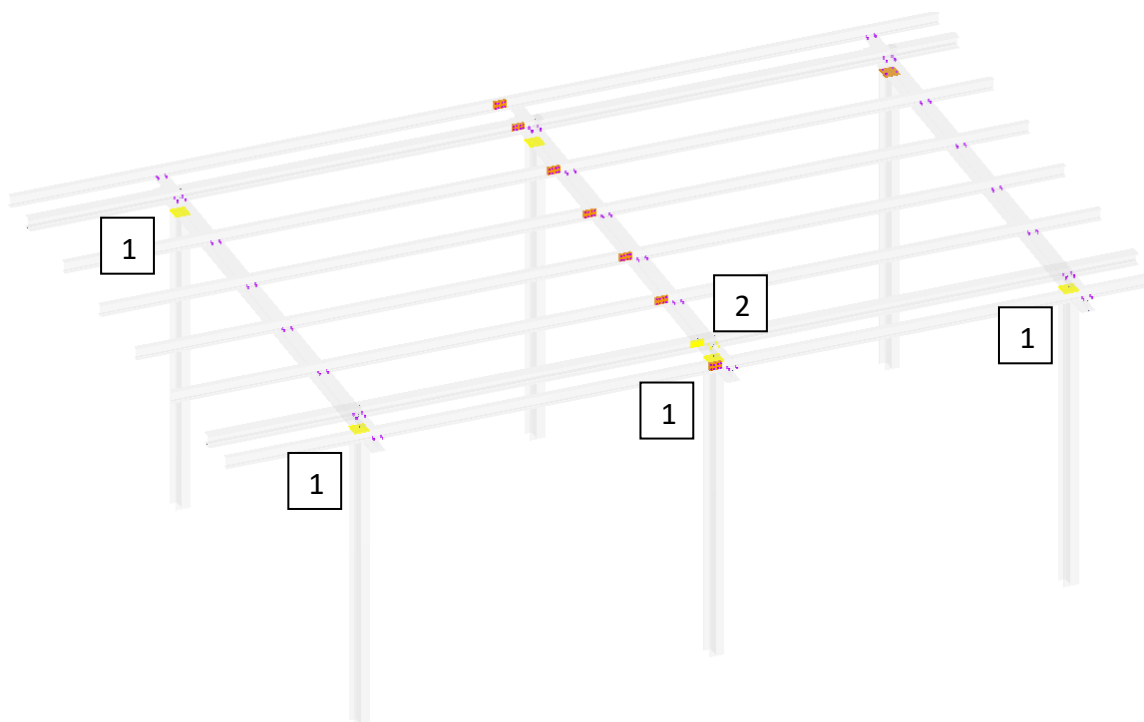
Sezione solaio latero-cemento di progetto



Per tutte le altre informazioni tecniche circa analisi dei carichi, materiali specifici e altre caratteristiche di dettaglio, si rimanda agli elaborati specifici allegati.

5.1.5 Sostituzione di alcuni bulloni e piastre di collegamento nel Corpo C

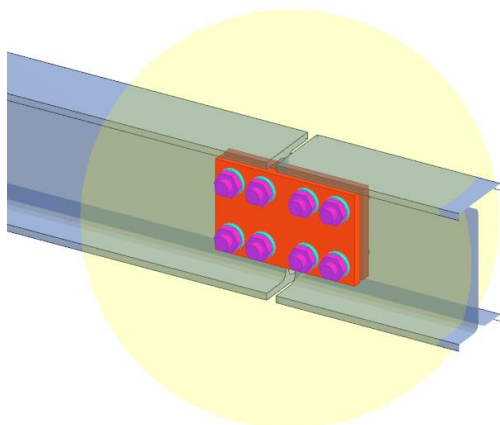
Nel corso dell'analisi sismica del Corpo C, si sono riscontrate problematiche su alcuni collegamenti bullonati tra gli elementi in acciaio. Questi risultano, infatti, andare in crisi per le eccessive tensioni dei bulloni e nelle piastre di collegamento; i collegamenti interessati dalle suddette problematiche sono rappresentati in giallo nell'immagine seguente:



In particolare, i collegamenti su cui bisogna intervenire, sono di due tipologie:

1. collegamento trave-pilastro
2. collegamento trave-trave

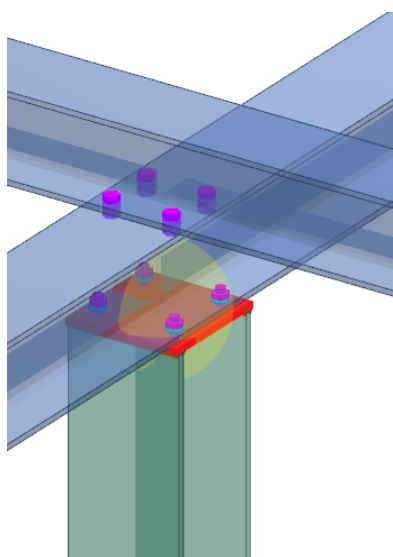
Per ovviare alle problematiche in questione si è provveduto alla sostituzione delle piastre in esame con altre di spessore maggiore; i collegamenti attuali risultano essere composti da piastre rettangolari in acciaio S235, spessore: 10 mm. I bulloni su di esse applicate sono costituiti in acciaio S235, classe: 8.8, diametro M14.



Collegamento trave-trave- Stato di fatto

Caratteristiche	
Parametri	P[S235]-B[8.8]-S[S235]
Giunto [mm]	10
Diametro	M14

ANIMA (coprigiunto)	
▼ PIASTRA	
Spessore [mm]	10
Margine [mm]	10.00

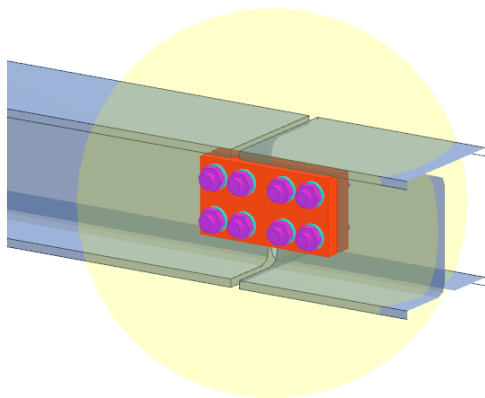


Collegamento pilastro-trave – Stato di fatto

Caratteristiche	
Parametri	P[S235]-B[8.8]-S[S235]
Bullone (Diametro)	M14
Vincolo	S;S;S;S;50;50
Geometria	
Vista dettagliata 3D	Default
PIASTRA	
Spessore [mm]	10.0
Larghezza	Pilastro
Altezza [mm]	183.0

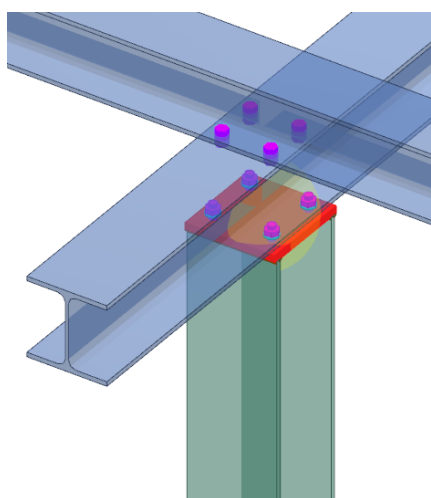
Le caratteristiche geometriche e tecnologiche dei nuovi componenti previsti per l'unione bullonata di elementi in acciaio, risultano essere:

Oggetto: Riqualificazione funzionale e messa in sicurezza del 21° circolo didattico scuola dell'infanzia "Marco Aurelio"



Caratteristiche	
Parametri	P[S235]-B[8.8]-S[S235]
Giunto [mm]	10
Diametro	M14
Geometria	
Vista dettagliata 3D	Default
ANIMA (coprigiunto)	
▼ PIASTRA	
Spessore [mm]	15
Margine [mm]	10.00

Collegamento trave-trave- Stato di progetto



Caratteristiche	
Parametri	P[S275]-B[10.9]-S[S275]
Bullone (Diametro)	M16
Vincolo	S;S;S;S;50;50
Geometria	
Vista dettagliata 3D	Default
PIASTRA	
Spessore [mm]	15.0
Larghezza	Pilastro
Altezza [mm]	183.0

Collegamento pilastro-trave – Stato di progetto

6 CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO ALLO STATO DI PROGETTO

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per la classificazione del rischio sismico della costruzione secondo le *“Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni”* approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017.

Come previsto dalle suddette linee guida, la classificazione sismica è stata effettuata adottando il **metodo convenzionale**, per il quale sono previste otto Classi di Rischio, con rischio crescente da A⁺ a G.

Il metodo convenzionale consente di assegnare una classe di rischio (da A⁺ a G) pari alla minima tra due classi di rischio distinte e funzione di due parametri:

- l'Indice di Sicurezza (**IS-V**);
- la Perdita Annuale Media attesa (**PAM**).

L'Indice di Sicurezza è un parametro di sicurezza strutturale (noto anche come Indice di Rischio), dato da:

$$IS - V = \frac{PGA_C(SLV)}{PGA_D(SLV)};$$

dove:

$PGA_C(SLV)$ e $PGA_D(SLV)$ sono, rispettivamente, le accelerazioni di picco al suolo di *capacità* e di *domanda* corrispondenti al raggiungimento dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per la struttura in oggetto, dall'analisi si ottiene:

CORPO A:

$PGA_C(SLV)$	$PGA_D(SLV)$	IS-V
0.2743	0.2727	100.59

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **A+** (cfr. Tabella 1).

CORPO B:

$PGA_C(SLV)$	$PGA_D(SLV)$	IS-V
0.2755	0.2727	101.02

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **A+** (cfr. Tabella 1).

CORPO C:

$PGA_C(SLV)$	$PGA_D(SLV)$	IS-V
0.2770	0.2727	101.56

In base al valore di IS-V è stato possibile assegnare una **classe di rischio** pari a **A+** (cfr. Tabella 1).

Tabella 1 - Attribuzione della Classe di Rischio IS-V in funzione dell'entità dell'Indice di Sicurezza.

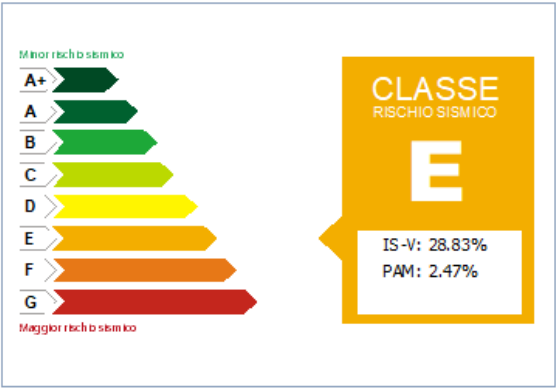
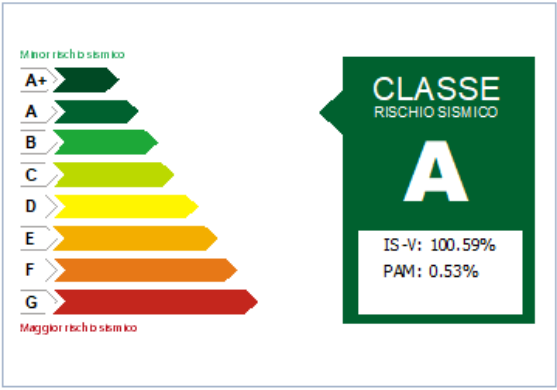
Indice di Sicurezza (IS-V)	Classe IS-V
$100 \% < IS-V$	A^+_{IS-V}
$80 \% < IS-V \leq 100 \%$	A_{IS-V}
$60 \% < IS-V \leq 80 \%$	B_{IS-V}
$45 \% < IS-V \leq 60 \%$	C_{IS-V}
$30 \% < IS-V \leq 45 \%$	D_{IS-V}
$15 \% < IS-V \leq 30 \%$	E_{IS-V}
$IS-V \leq 15 \%$	F_{IS-V}

Per la struttura in oggetto, dall'analisi si ottiene:

CORPO A:

PAM	Classe PAM
0.53	A

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

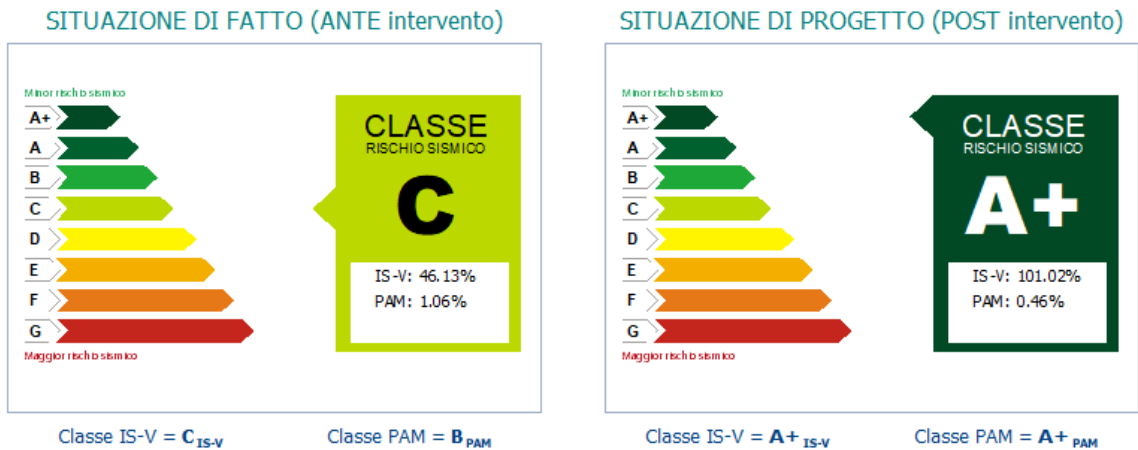
Classe IS-V	Classe PAM	CRS
A+	A	A
<p>SITUAZIONE DI FATTO (ANTE intervento)</p>  <p>Classe IS-V = E_{IS-V} Classe PAM = C_{PAM}</p>		<p>SITUAZIONE DI PROGETTO (POST intervento)</p>  <p>Classe IS-V = A^+_{IS-V} Classe PAM = A_{PAM}</p>

CORPO B:

PAM	Classe PAM
0.46	A+

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

Classe IS-V	Classe PAM	CRS
A+	A+	A+

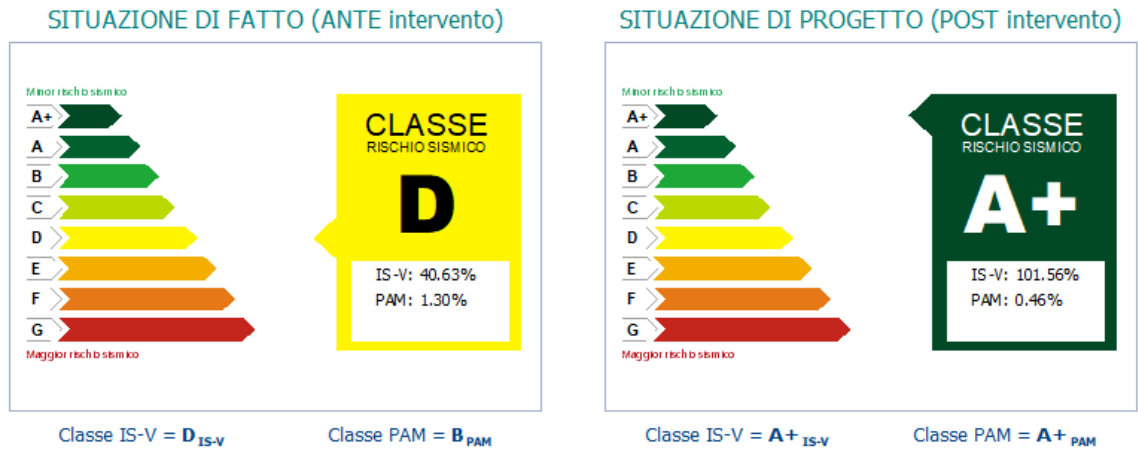


CORPO C:

PAM	Classe PAM
0.46	B

In definitiva, la classe di rischio sismico (CRS) risultante della struttura sarà la minima tra la *classe IS-V* e la *classe PAM*:

Classe IS-V	Classe PAM	CRS
A+	A+	A+



7 CONCLUSIONI

In seguito al raggiungimento del livello di conoscenza LC3 ottenuto attraverso una campagna di indagine esaustiva, si è evinto che la classe di resistenza del calcestruzzo, il quantitativo di armatura presente negli elementi portanti e la configurazione strutturale del fabbricato, hanno inciso sull'esito negativo delle verifiche di stabilità globale e locale della struttura esistente; infatti, le verifiche hanno restituito esito negativo allo SLV per condizioni sismiche.

Allo stato attuale, la classe di rischio sismico determinata secondo le *"Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni"* approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017 è **E**.

Le verifiche eseguite in merito alla stabilità globale e locale della struttura allo Stato di Progetto inseguito alla progettazione degli interventi di adeguamento sismico hanno restituito esito positivo allo SLV per condizioni sismiche. Infatti la struttura allo stato di progetto risulta essere adeguata.

In particolare allo Stato di Progetto, la classe di rischio sismico determinata secondo le *"Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni"* approvate con D.M. n. 58 del 28/02/2017 è **A+**. La struttura allo Stato di Progetto è dunque da ritenersi adeguata sismicamente, in accordo con quanto previsto al punto 8.4.3 del D.M. 7 gennaio 2018 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

Le verifiche eseguite in merito alla stabilità globale e locale della struttura sono state eseguite nel rispetto dei D.M. Min. LL. PP. 17 Gennaio 2018.

Si rilascia per gli usi consentiti dalla legge.

Il Tecnico
Ing. Rodolfo Fisciano

