REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
CITTA' DI PINEROLO

LOCALITA': Via Einaudi n. 38

OGGETTO: Interventi strutturali antisismici scuola secondaria "Filippo Brignone"

COMMITTENTE:

CITTA' DI PINEROLO

STUDIO TECNICO

Dott. Ing. Antonella MARGAIRA

(C.F. MRGNNL69P42H355G)

via Torino, 74/B
10050 VAIE
tel. 011/9643145

P.I. 07115370012

TITOLO: PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

ELABORATO: C

DATA: MAGGIO 2015 - AGG. AGOSTO 2015
AGG. FEBBRAIO 2016 - AGG. SETTEMBRE 2016
AGG. AGOSTO 2017 - AGG. DICEMBRE 2017

SCALA:

FILE: esec_rel_strutt.doc

Il progettista:

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. ANTONELLA MARGAIRA n. 6960 R

CITTA' DI PINEROLO SETTORE LL.PP.

IL DIRIGENTE SETTORE LAVORI PUBBLICI
Arch. Pietro DE VITTORIO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Città di Pinerolo
IL CAPO SERVIZIO SEZ. I°
Dott. Ing. Franco BOCCHIETTO

REGIONE PIEMONTE

Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica

Settore Sismico

sismico@regione.piemonte.it - sismico@cert.regione.piemonte.it

Data (*)

Protocollo (*)

Classificazione 12.100.50.PROGET23/A18000, 5306/2016C

(*)"riportato nei metadati Doqui"

PEC

Gentile Ing. Antonio Morrone
Dirigente del Settore Lavori Pubblici del
Comune di Pinerolo
Piazza Vittorio Veneto 1
10064 – Pinerolo

Gentile Ing. Franco Bocchetto
RUP per il Comune di Pinerolo
Piazza Vittorio Veneto 1
10064 – Pinerolo

Gentile
Ing. Antonella Margaira
Via Torino n°74b
10050 VAIE (TO)

Riferimento ns prot. n. 36697 del 30/08/2016

OGGETTO: D.P.R. 380/2001 art. 94 – Autorizzazione per l'inizio dei lavori
D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656
OCDPC n°171 del 19/06/2014
Richiesta chiarimenti/integrazioni al progetto di "Interventi strutturali antisismici scuola secondaria "Filippo Brignone", via Einaudi n°38 in Comune di Pinerolo (TO)
Richiedente: ing. Antonio Morrone – Dirigente del Settore Lavori Pubblici del Comune di Pinerolo
RUP per il Comune di Pinerolo – Ing. Franco Bocchetto

Al fine di poter proseguire l'iter istruttorio della pratica per il rilascio **dell'autorizzazione all'inizio dei lavori dell'intervento in oggetto** ai sensi dell'art. 94 del D.P.R. 06/06/2001 n. 380, facendo seguito all'incontro tecnico con il progettista strutturale e il RUP dell'intervento per la Città di

Via San Giuseppe, 39
10064 Pinerolo (To)
Tel. 0121.77361
Fax 0121.72508

Pinerolo, tenutosi in data 21/09/2016 presso la sede del Settore Sismico, si richiede di integrare la documentazione progettuale con i chiarimenti richiesti durante l'incontro citato, con riferimento a:

- integrare la documentazione con l'**atto di approvazione** comunale dell'intervento;
- **relazione geologica**: approfondire la conoscenza del sottosuolo secondo le indicazioni delle Norme Tecniche delle costruzioni approvate con DM 14/01/2008 eventualmente anche mediante la misurazione diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio;
- produrre il **rilievo geometrico-strutturale** esteso a tutte le parti strutturali costituenti le strutture portanti dell'edificio oggetto di intervento (fondazioni, elementi portanti verticali, orizzontali e copertura), nonché la caratterizzazione meccanica e la definizione dei livelli di conoscenza e dei fattori di confidenza per tutti materiali strutturali esistenti, secondo le indicazioni dei parr. 8.5.2, 8.5.3 e 8.5.4 delle Norme Tecniche e dei corrispondenti paragrafi della Circolare esplicativa alle N.T. del 2/02/2009 n°617/CSLLPP;
- **relazione di calcolo**: chiarimenti sui dati di input utilizzati nella modellazione, sul tipo di analisi adottata, sulle verifiche di sicurezza, sugli stati limite considerati, tipologia strutturale, fattore di struttura, ecc; inoltre dovranno essere prodotte le verifiche di sicurezza riferite all'intera costruzione e a tutti gli elementi strutturali in progetto ed esistenti interessati da modifiche di comportamento (fondazioni, strutture portanti verticali ed orizzontali, copertura e collegamenti) secondo quanto prescritto dal par. 8.4.2 delle citate N.T.; esplicitare inoltre gli **indici di rischio** globali pre e post intervento;
- chiarire l'intervento di **separazione del blocco spogliatoi dalla palestra**; produrre inoltre elaborato grafico contenente la sezione strutturale completa e rappresentativa del giunto in progetto; esplicitare inoltre la verifica del giunto sismico secondo le indicazioni del par. 7.2.2 delle citate NT;
- chiarire gli **interventi in fondazione** con particolare riferimento alla palestra per la quale non sono stati previsti interventi;
- chiarire **l'intervento di solidarizzazione** dei corpi strutturali anche in relazione alla variazione dell'eccentricità del centro delle masse e delle rigidezze pre e post intervento e all'efficacia del dettaglio costruttivo contenuto negli elaborati progettuali;
- produrre le tavole strutturali dei setti, complete delle armature e dei dettagli costruttivi dei collegamenti alle strutture portanti esistenti verticali e orizzontali (fondazioni, travi, solai e pilastri);
- chiarire il **particolare costruttivo** del collegamento pilastro/trave di copertura del corpo di fabbrica ad uso palestra;
- **efficacia** dell'intervento, tenuto conto che la struttura è caratterizzata da telai unidirezionali, chiarire in particolare la capacità della struttura a trasferire le sollecitazioni ai setti nella direzione che non presenta telai in c.a., nonché rispetto alla distribuzione planimetrica dei setti in progetto;
- chiarire, in coerenza con i parr. 8.7.2, 8.7.4 e 8.7.5 delle NTC2008, i **criteri e tipi di intervento**, con particolare riferimento all'efficacia dei lavori rispetto al contrasto dei meccanismi locali e/o fragili, al miglioramento del comportamento globale della costruzione, alla risposta sismica delle parti non strutturali (v. anche parr. 7.2.3 e 7.3.6.3 delle citate norme tecniche);

Via San Giuseppe, 39
10064 Pinerolo (To)
Tel. 0121.77361
Fax 0121.72508

- chiarire le interazioni delle **scale esterne** con i fabbricati principali e, se presenti, precisare come sono state considerate nella modellazione strutturale;
- con riferimento al par. 10.2 delle Norme tecniche citate, integrare la relazione di calcolo con il giudizio motivato di accettabilità dei risultati riportando altresì la dichiarazione del progettista strutturale indicante che "*Su tutti gli elementi strutturali e non strutturali sono state condotte tutte le verifiche richieste dalle Norme Tecniche adottate e tutte le verifiche, debitamente controllate, hanno dato esito positivo*".

Si ricorda che, sulla base delle disposizioni regionali vigenti ed in riferimento a quanto previsto dall'art. 94 del D.P.R. 380/2001, non si possono iniziare i lavori senza preventiva autorizzazione scritta del competente ufficio tecnico della Regione.

La presente richiesta di integrazioni e chiarimenti sospende i termini per il rilascio del provvedimento autorizzativo.

Disponibili, per ogni ulteriore chiarimento o approfondimento, si porgono distinti saluti.

il Responsabile "ad interim" del Settore
Mauro Picotto
Firmato digitalmente

LM/FB/lm

Referenti:

Fabrizio BUNINO

Loris MARTINA

INTEGRAZIONI A RICHIESTA PROTOCOLLO N. 40823/2016

In riferimento alle richieste di integrazione del 26/09/2016 da parte della Regione Piemonte, Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica, Settore Sismico ed alle richieste fatte negli incontri successivi, si riportano sinteticamente le risposte ai quesiti con rimando alle pagine successive della presente relazione.

INTEGRAZIONI IN SINTESI

1) Si trasmette in allegato l'atto di approvazione comunale dell'intervento: D.G.C. n.259 del 09/09/2015 "interventi strutturali antisismici scuola secondaria Filippo Brignone – Approvazione Progetto Definitivo."

2) Si trasmette in allegato la relazione geologica che annulla e sostituisce la precedente. La relazione è stata integrata con specifica indagine geofisica di tipo MASW per la verifica della risposta sismica del sottosuolo, con la determinazione del Vs30.

3) Il rilievo geometrico-strutturale è indicato assieme agli interventi in progetto, nelle seguenti tavole grafiche:

   - tavola 5: piante strutturali: fondazioni e solaio piano terra;

   - tavola 6: piante strutturali: solai primo piano, sottotetto, copertura;

   - tavola 7: piante strutturali: copertura palestra, solaio piano primo (servizi-palestra)

   che riportano quanto indicato dalle tavole originali di progetto (Elaborato C1 – Relazione calcoli esecutivi delle strutture - Documentazione storica). Si precisa che l'edificio non ha subito negli anni variazioni alle opere strutturali.

   La caratterizzazione meccanica e la definizione dei livelli di conoscenza e dei fattori di confidenza per tutti i materiali strutturali esistenti è riportata al paragrafo 7: MATERIALI.

   Si precisa che il livello di conoscenza assunto è **LC1** di conseguenza il fattore di confidenza è **FC=1.35**.

4) Per quanto riguarda la relazione di calcolo si precisa che i dati di input utilizzati nella modellazione sono relativi agli elementi strutturali ricavati dagli elaborati

progettuali dell'epoca, riportati nell'elaborato C1: Relazione calcoli esecutivi delle strutture - Documentazione storica; l'analisi adottata è l'analisi dinamica modale con fattore q, gli stati limite considerati nelle verifiche sono Stato Limite salvaguardia della Vita e Stato Limite di Operatività; la tipologia strutturale assunta è a telaio, il fattore di struttura assunto è q=1,5 per sisma secondo x, y e z; le verifiche di sicurezza degli elementi strutturali esistenti ed in progetto sono riportati nei fascicoli dei calcoli, di cui si riporta in seguito un estratto, in quanto i tabulati sono in un numero considerevole e la copia completa è presente presso il Servizio Sismico, Regione Piemonte e in Comune di Pinerolo, un estratto per ognuno dei tre edifici:

- paragrafo 8.1.: estratto fascicolo edificio prefabbricato palestra;
- paragrafo 8.2.: estratto fascicolo edificio spogliatoio, musica;
- paragrafo 8.3.: estratto fascicolo edificio scuola;

e gli indici di rischio globali pre e post intervento sono riportati nelle prime pagine dei rispettivi fascicoli dei calcoli delle tre costruzioni su citate.

Si precisa che l'intervento in progetto si possa configurare come intervento di MIGLIORAMENTO ai sensi del paragrafo 8.4.2. delle NTC 2008, in quanto è finalizzato ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate e non modifica in modo sostanziale in comportamento delle strutture stesse;

5) La separazione tra il blocco spogliatoi (c.a.o.) e la palestra (c.a.p.) è già presente come giunto di discontinuità tra la struttura prefabbricata della palestra e la struttura realizzata in opera del solaio di pavimentazione della sala musica. In progetto è previsto l'ampliamento di detto giunto al fine di renderlo compatibile con quanto previsto dalle NTC al paragrafo 7.2.2., più precisamente la norma prevede che "*la distanza tra le costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento … lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base, può essere stimato in 1/100 dell'altezza della costruzione moltiplicata per ag·S/0,5g*", pertanto il giunto massimo che si deve garantire risulta pari a:

$$\delta = \frac{a_g}{g} * \frac{S}{0{,}5} * \frac{h}{100}$$

I parametri inseriti nella formula su citata sono $\frac{a_g}{g} = 0{,}1992$ per la condizione di SLV, $S=S_T*S_S=1*1{,}2=1{,}2$, $h_{MAX}=810$cm la quota del punto più alto della copertura della palestra rispetto alla struttura dell'edificio scuola, misurata dal piano fondazione.

Si determina il valore del giunto sismico pari a $\delta=0{,}1992 * 1{,}2 / 0{,}5 * 810 / 100 =$ = 3,87cm approssimato a 4cm.

L'elaborato grafico riportante la posizione planimetrica del giunto è la tavola 7: piante strutturali: copertura palestra, solaio piano primo (servizi-palestra), ma si individua nello specifico con la tavola 8: particolare giunto sismico solaio su servizi palestra, in cui si riporta una sezione strutturale completa raffigurante la posizione del giunto in altimetria;

6) Il progetto prevede degli interventi a livello delle fondazioni, come riportato nella tavola 5: piante strutturali: fondazioni e solaio piano terra, più nel dettaglio è prevista la realizzazione di cordoli di collegamento delle fondazioni in direzione x e y, solidarizzati ai plinti esistenti mediante inghisaggi con perforazioni previo inserimento di resina epossidica da cemento e barre in acciaio ad aderenza migliorata nella porzione di edificio con il piano interrato avente un'altezza significativa, in cui l'estradosso delle fondazioni è posto a circa 1.40m dall'intradosso del solaio (edificio principale).

   In detta zona è relativamente possibile accede e lavorare, mentre per la restante porzione di edificio (sala polivelente e palestra con spogliatoi), dove il solaio in c.a. e laterizio del piano terreno è posto ad una quota inferiore, è praticamente impossibile accedervi.

   Le fondazioni della sala polivalente sono già collegate in una direzione con dei muri su cordolo in c.a., inoltre il solaio del piano pavimento è posto quasi in corrispondenza dell'intradosso dei plinti, essendo questi molto alti (h=100cm di plinto e 60 cm di sottofondazione), facendo si che il solaio stesso abbia la funzione di collegamento anche delle fondazioni stesse, pertanto non si prevedono interventi aggiuntivi.

   La stessa interpretazione è data per la zona palestra, dove non si prevedono interventi in quanto i plinti sono molto alti (h=125cm e h=30 cm di sottoplinto), l'estradosso del plinto dei pilastri prefabbricati è ad una quota pressochè uguale

all'imposta il solaio di vespaio della palestra stessa che costituisce già esso il collegamento tra i pilastri e fondazioni stesse.

Si ritiene che il collegamento fornito dal 1° solaio in c.a. e laterizi e dai muricci in c.a. posti in senso trasversale all'orditura del solaio su citato sia efficace per collegare tra loro le fondazioni, come previsto dalla normativa.

Si allega una fotografia in cui si vede il posizionamento del solaio rispetto all'estradosso del plinto.

7) Il progetto prevede l'eliminazione dei giunti tecnici presenti nel corpo principale dell'edificio in quanto già attualmente sono pressochè inesistenti e di fatto già ora le strutture interagiscono tra loro. Si allega un'immagine dei pilastri posti al piano sottotetto.

Risulta quindi molto difficoltoso e molto invasivo ipotizzare l'adeguamento di detti giunti ai fini sismici, inoltre si andrebbe a modificare il comportamento strutturale dell'insieme strutturale, che allo stato attuale risulta già prevalentemente collegato.

Si è pertanto previsto di solidarizzare i giunti mediante la posa, all'intradosso dei solai esistenti in c.a., di piastre metalliche collegate alla due porzioni di solaio separate dal giunto tecnico mediante un doppio fissaggio per lato che consenta il trasferimento degli sforzi orizzontali. Lo schema è riportato nella tavola n.7;

8) La tavola n.7 è stata integrata con i dettagli costruttivi, una tabella riportante le armature dei setti previsti in progetto;

9) Si segnala che il particolare costruttivo del collegamento pilastro/trave di copertura della palestra è stato rivisto ed è stata estesa la calastrelaltura fino alla piastra di collegamento della trave in c.a.p. al pilastro in c.a.p., come riportato nella tavola n.7;

10) La struttura è caratterizzata da telai unidirezionali, ma si considerano i solai costituenti piano rigido in quanto presentano un getto di caldana di spessore pari a 5cm, oltre al massetto, valore già elevato per il periodo di costruzione dell'edificio. I setti sono stati posizionati in modo da avvicinare quanto più possibile in centro di massa al centro di rigidezza, così da ridurre l'eccentricità, ma il loro posizionamento è stato molto vincolato dalla posizione delle finestrature attuali e dall'uso dell'edificio stesso (scuola) avente quindi la necessità di particolari spazi, requisiti e superfici aeroventilate;

11) Come detto in precedenza l'intervento in progetto si configura come MIGLIORAMENTO sismico in quanto non si modifica in modo sostanziale il comportamento della struttura. L'edificio nel suo complesso aumenta i coefficienti di sicurezza rispetto alle condizioni attuali. Sono previste delle opere che migliorano i collegamenti delle strutture, ampliano un giunto strutturale e se ne chiudono altri, si migliora il sistema in fondazione.

    L'inserimento di setti in c.a. fa si che, essendo essi molto più massivi rispetto ai pilastri esistenti, sopportino loro stessi gran parte delle sollecitazioni sismiche, migliorando le condizioni strutturali dei pilastri, elementi fragili.

    Le verifiche eseguite sono svolte con l'analisi statica lineare con fattore q.

    Per quanto riguarda la risposta sismica delle parti non strutturali si esplicita la verifica dei tramezzi presenti al piano sottotetto di spessore maggiore di 10cm.

    Detti tramezzi hanno spessore pari a 25cm, peso proprio di 1100 Kg/mc, per cui peso al metro lineare pari a p=275 kg, l'altezza massima della muratura è di 1.85m per cui il peso della muratura per uno sviluppo unitario è di: P=510Kg.

    La forza sismica che si crea, ai sensi del paragrafo 7.2.3 è: Fa=(Sa*Wa)/qa= (0,1992*510)/2= 51 Kg

    q = fattore di struttura assunto pari a 2 da tabella 7.2.I

    Dalla verifica della sezione della muratura sollecitata dalla forza peso e dalla forza sismica equivalente, risulta comunque che la risultante genera delle sollecitazioni sulla muratura che si parzializza ma che sono compatibili con la struttura stessa, pertanto risulta verificata.

12) Le scale metalliche esterne non presentano interazioni con l'edificio in c.a. in quanto risultano staccate dallo stesso di adeguato giunto sismico, come risulta dall'immagine sotto riportata.

    Le scale esterne sono state verificate in passato, dall'ing. Fiorillo Paolo, dalle cui verifiche risulta che le travi principali portanti sono idonee, mentre è necessario sostituire i parapetti, i gradini e i pianerottoli.

1. PREMESSE

Con la presente relazione vengono illustrati gli aspetti connessi al progetto strutturale delle opere previste dall'intervento di miglioramento sismico del fabbricato comunale ospitante la scuola secondaria di primo grado denominata "Filippo Brignone", sito in Pinerolo, via Einaudi n.38, di proprietà della Città di Pinerolo.

La progettazione strutturale dei vari componenti edilizi è stata impostata con il riferimento alla Normativa tecnica in materia attualmente in vigore ed alla caratterizzazione geotecnica locale del sottosuolo.

I materiali costruttivi previsti in linea di massima sono il conglomerato cementizio armato ed acciaio da carpenteria metallica.

L'area oggetto d'intervento ricade, come suddetto, nel comune di Pinerolo, che è classificato in zona sismica 3S.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. 05.11.1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- L. 02.02.1974, n. 64: "Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche".
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 02/02/2009 n.617

3. IMPOSTAZIONE NORMATIVA DELLA PROGETTAZIONE

Si determinano i seguenti parametri necessari alla progettazione strutturale:

- Vita nominale: *la vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto*; nel caso specifico si assume V_N>=100 anni

  Tabella 2.4.I – Vita nominale VN per diversi tipi di opere

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

- Classe d'uso: la classe d'uso assunta per il presente progetto è Classe IV:

  Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- Periodo di riferimento dell'azione sismica: le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.4.1)$$

  Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso* C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Per l'intervento in progetto i parametri assumono i seguenti valori:

- V_N = 100 anni;
- C_U = 2,0;

per cui $V_R = V_N \times C_U$ = 100 x 2,0 = 200 anni

4. DETERMINAZIONE AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata attraverso l'analisi dinamica modale come indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni. Nello specifico è stata eseguita l'analisi modale della struttura e, per le direzioni ortogonali in pianta x e y, sono stati presi in considerazione i modi le cui masse partecipanti sommino almeno all'85%, includendo inoltre tutti i modi con massa partecipante non inferiore al 5%. Per ogni modo si sono calcolate le azioni ad esso associate tramite l'opportuno spettro di progetto. La combinazione degli effetti dei modi, per ogni direzione, è stata effettuata tramite la combinazione quadratica completa. È stato tenuto conto degli effetti torsionali accidentali.

Classificazione dell'opera e caratterizzazione sismica del sito

In riferimento alle conseguenze derivanti dal fenomeno sismico, l'opera in oggetto, considerando la destinazione ad uso scolastico, è classificata dalla normativa regionale come opera di Classe IV cioè di importanza strategica.
In funzione della classificazione dell'opera si è assunta una vita nominale VN pari a 100 anni e di conseguenza una vita di riferimento di 200 anni.
Per quanto riguarda il sito, i parametri sismici che definiscono la "pericolosità sismica di base" sono stati individuati a partire dalle coordinate planimetriche: Latitudine 44°.8797; Longitudine 7°.3299.

Di seguito si riportano i valori:

Tab. I Parametri sismici del sito

Stato limite	Pvr [%]	Tr (anni)	A_g/g	F_0	Tc*(sec)
SLO	81	120	0.076	2.443	0.244
SLD	63	201	0.0948	2.439	0.250
SLV	10	1898	0.1992	2.526	0.277

Secondo i risultati dell'analisi geologica del sito, il sottosuolo è classificabile in categoria "B", ricavata dallo studio geologico allegato al seguente progetto.

Dalla categoria di sottosuolo si deducono i parametri per il calcolo degli spettri di risposta:

Tab. II Parametri sismici del terreno

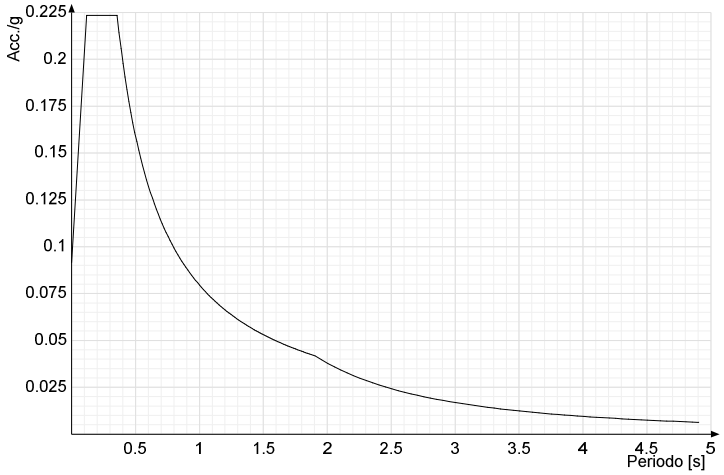
	S_S	T_B	T_C	T_D
SLO	1.2	0.119	0.356	1.905
SLD	1.2	0.121	0.363	1.979
SLV	1.2	0.131	0.394	2.397

Essendo infine il sito di costruzione in una zona pianeggiante, si è assunta una categoria topografica T1 per cui il coefficiente di amplificazione topografica vale: ST=1.

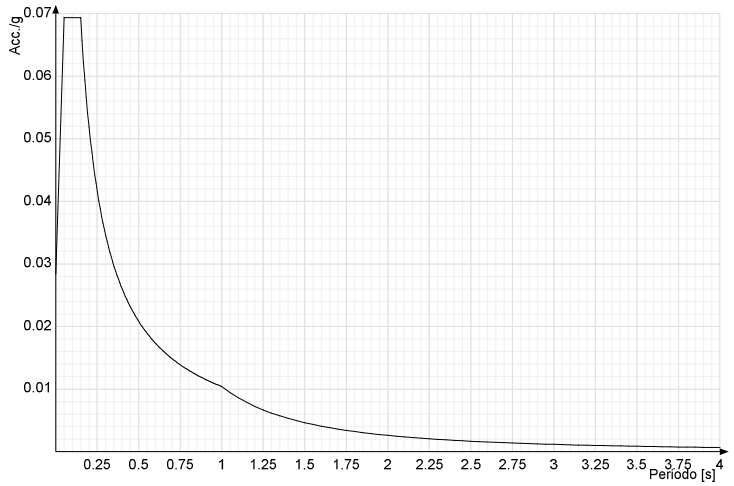
Dai parametri sismici del sito si sono ottenuti gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali agli stati limite SLO, SLD e SLV [NTC08 par. 3.2.3.2.1].

Si è assunta una quota dello 0 "sismico" pari alla quota dell'imposta del solaio sul piano terra, essendo la restante parte di fabbricato interrato.

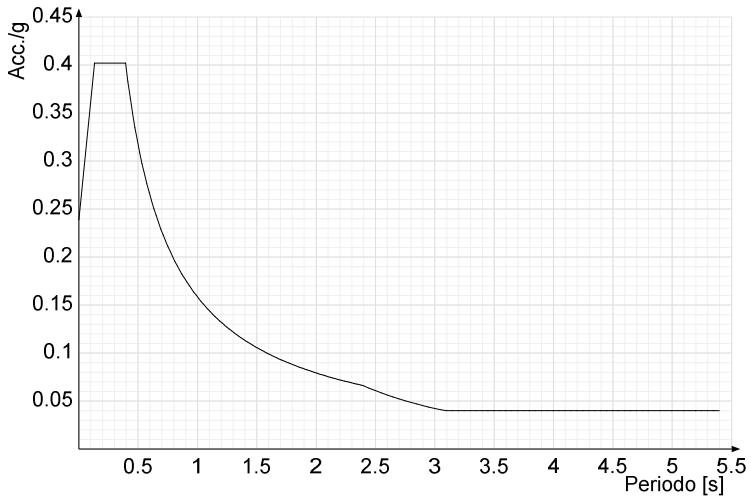
Di seguito si riportano gli spettri di progetto ed il loro confronto, calcolati secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni.



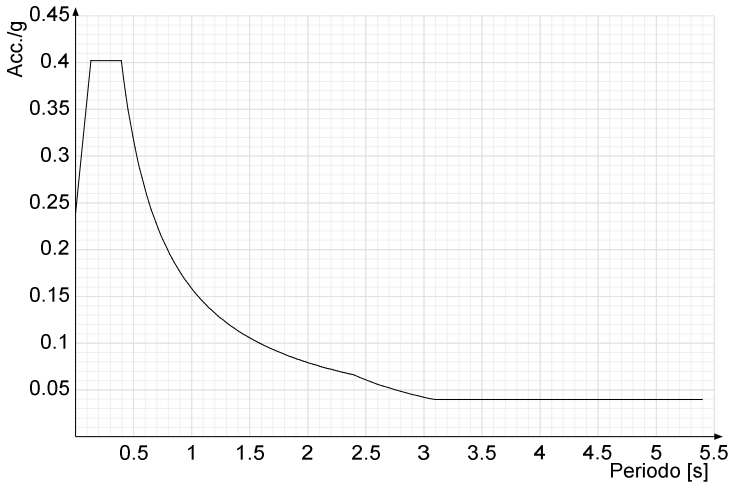
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4



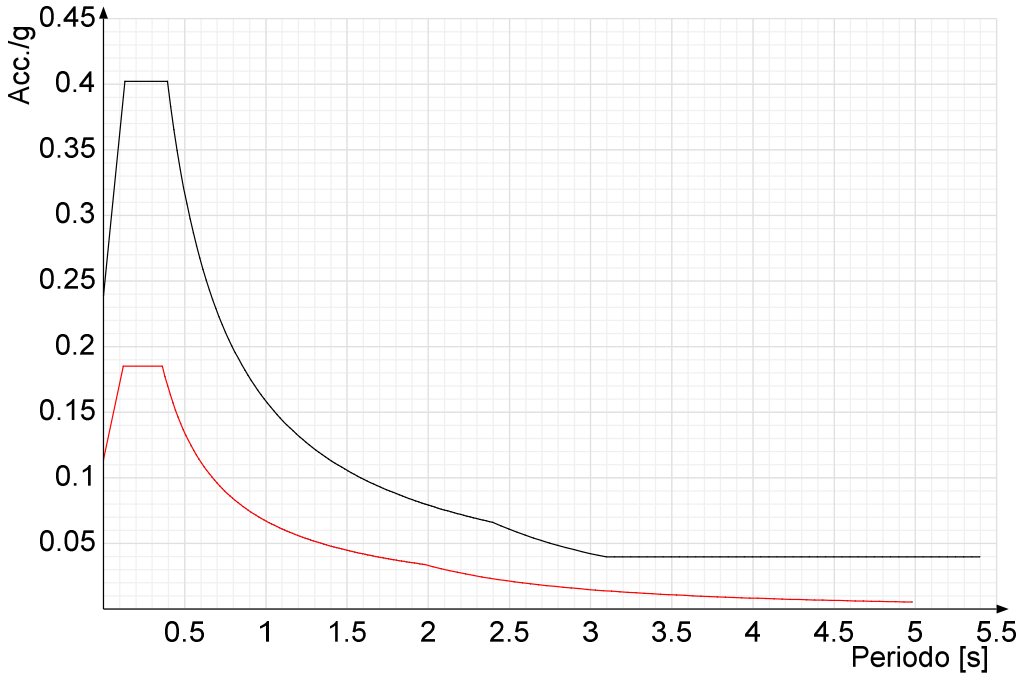
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



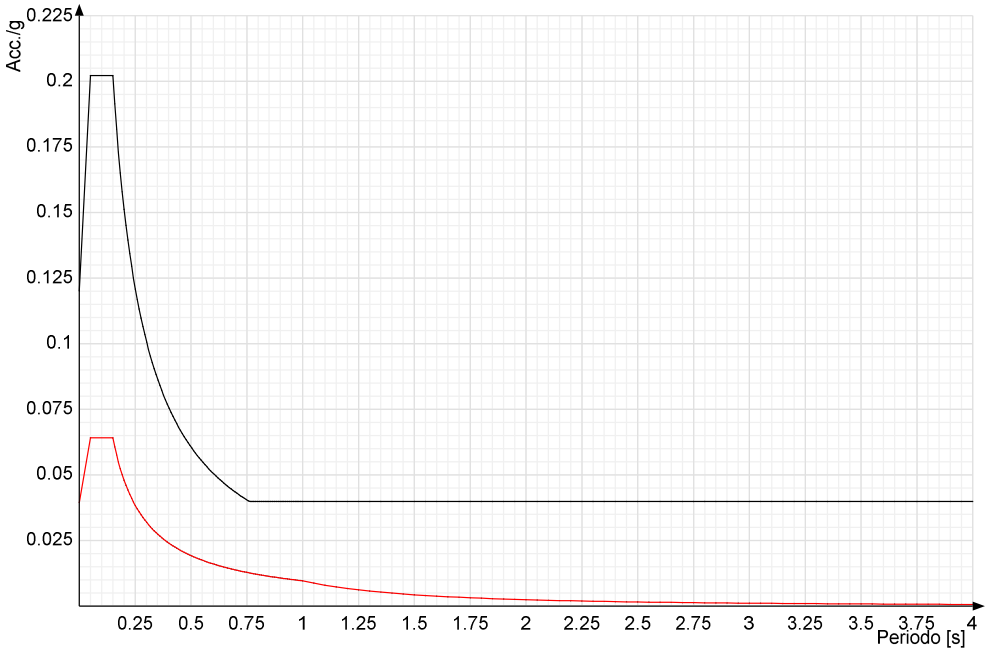
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 7.3.7.1 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).
Questo confronto tra spettri è valido anche per l'altra componente orizzontale, essendo coincidente.



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 7.3.7.1 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).

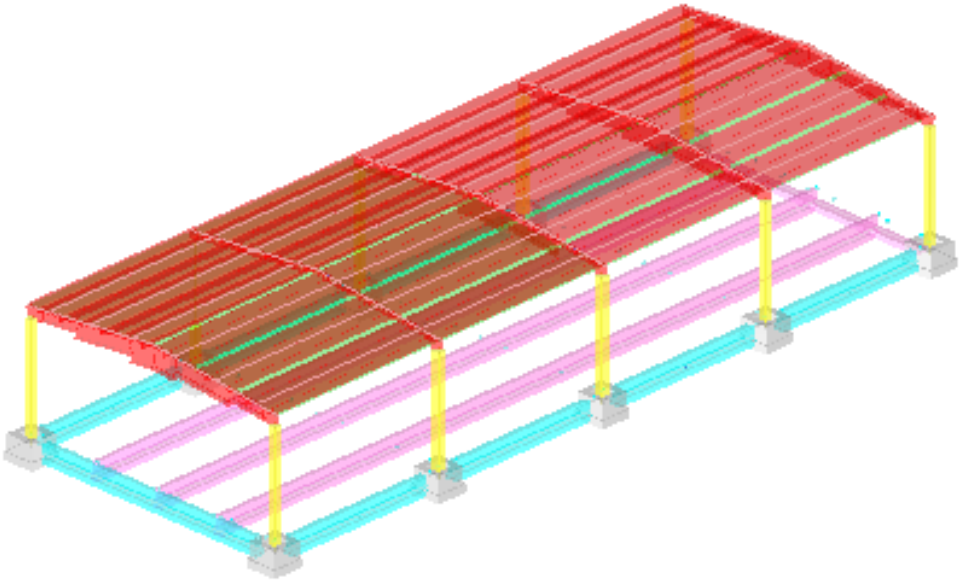


5. IMPOSTAZIONE GENERALE DELLA PROGETTAZIONE

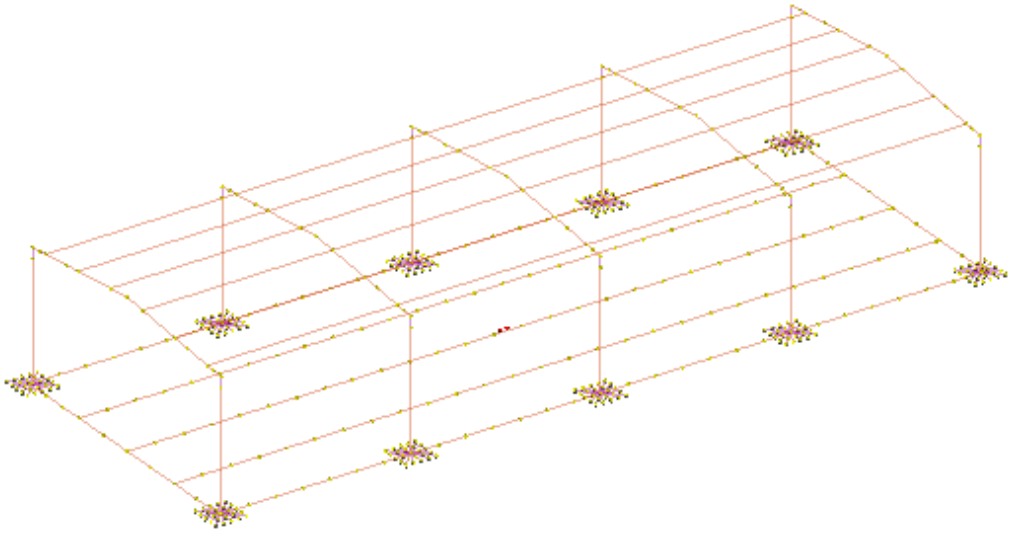
Si esegue la verifica degli edifici al fine di determinarne gli indici di rischio ad intervento eseguito.
Si riportano le immagini delle modellazioni eseguite:

EDIFICIO PALESTRA – STATO DI PROGETTO

VISTA STRUTTURA

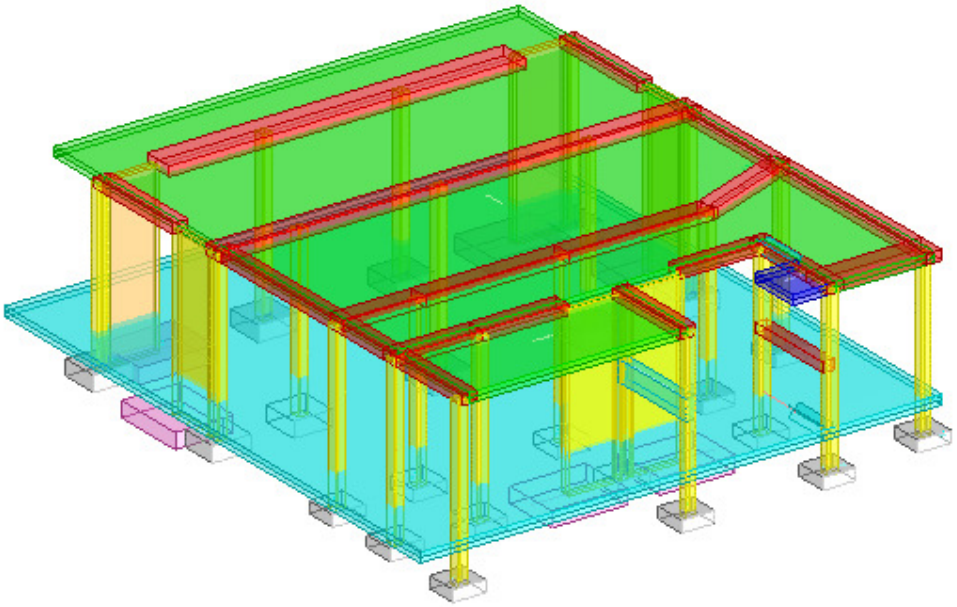


MODELLO

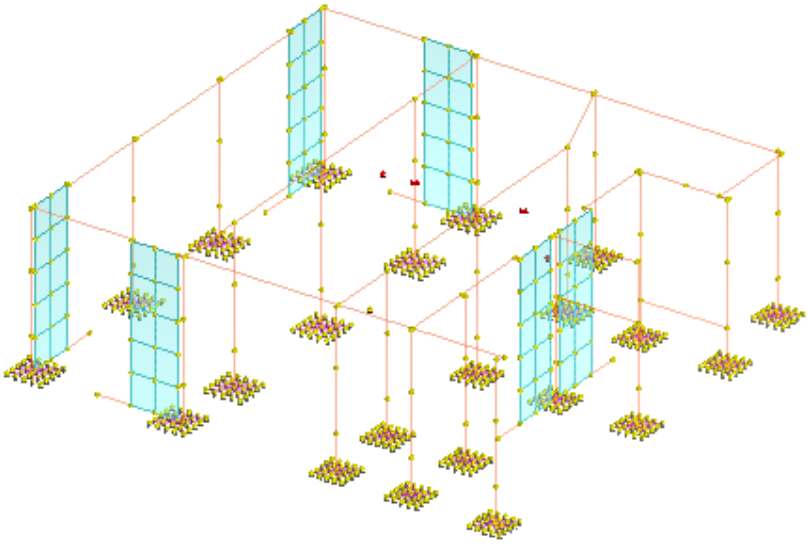


EDIFICIO SPOGLIATORIO - MUSICA – STATO DI PROGETTO

VISTA STRUTTURA

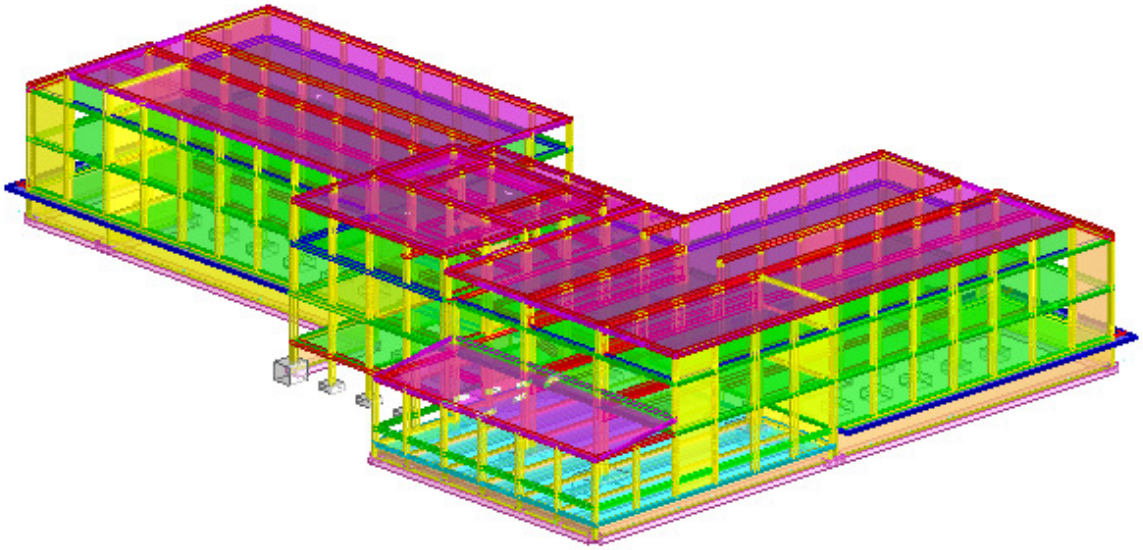


MODELLO

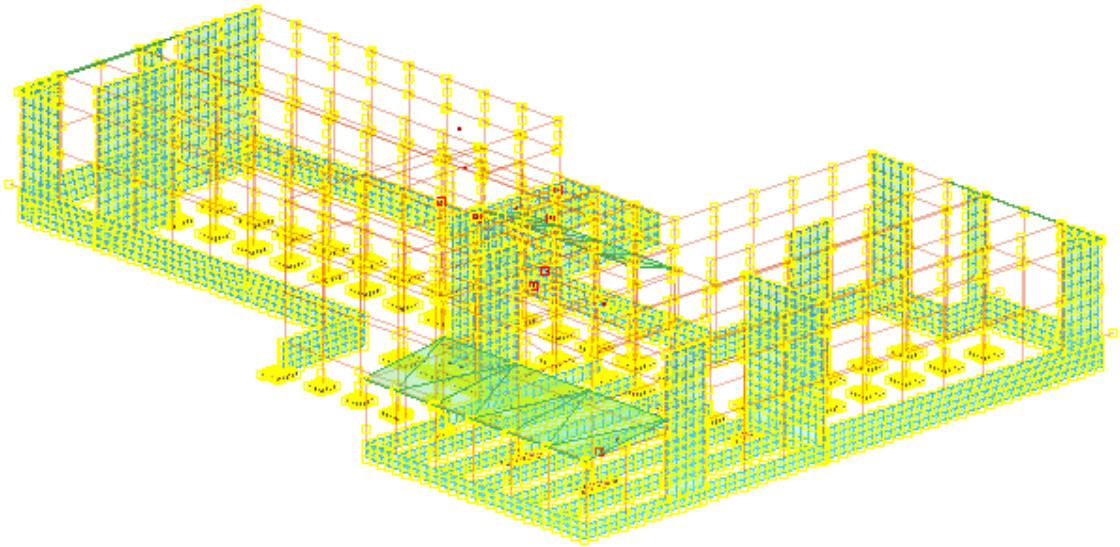


EDIFICIO SCUOLA – STATO DI PROGETTO -

VISTA STRUTTURA DAL RETRO



MODELLO



Allo stato attuale gli indici di rischio sono stati determinati dalla valutazione della vulnerabilità sismica secondo le norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, eseguito nel 2012 dagli Ingg. Mauro Monteleone e Giovanni Rabino:

SLV: α=0.10 – RD=0.05;

SLD: α=0.23 – RD=0.14;

SLO: α=0.28 – RD=0.18;

A seguito dell'intervento in progetto gli indici di rischio risultano essere maggiori o uguali al valore 0,60, come richiesto dal bando regionale per l'assegnazione di contributi.

Le strutture oggetto di progettazione strutturale sono essenzialmente costituite da due tipologie:

- Realizzazione di setti in cemento armato gettati in opera per le strutture esistenti in cemento armato ordinario (edificio scolastico principale);
- Piastrature metalliche per le strutture esistenti in cemento armato prefabbricato (palestra).

Le fondazioni in progetto a servizio dei nuovi setti in c.a. posti all'interno dell'edificio, come del resto le fondazioni esistenti, vista la caratterizzazione geotecnica della zona, sono di tipo diretto a trave di fondazione, con spessore variabile in funzione del carico trasmesso.

L'intervento in progetto può essere così suddiviso:

1) Miglioramento sismico degli edifici in cemento armato ordinario, consistente in:

1.1) unione di parte delle fondazioni esistenti mediante la realizzazione di cordoli in c.a.o., di dimensione pari a 30x30 cm in corrispondenza di plinti e di pilastri in c.a. singoli, mentre di dimensione 60x30 cm in corrispondenza dei giunti termici esistenti.

I cordoli saranno collegati ai plinti mediante inserimento di barre in acciaio di diametro pari a 16mm in fori di diametro 20mm previo inserimento di resina epossidica da cemento. Si realizzerà un getto di magrone di livellamento al fine di spianare la superficie inferiore d'appoggio dei cordoli stessi;

1.2) realizzazione di fondazioni in c.a. costituite da travi di fondazione di altezza pari a 40 cm poste a sostegno dei setti in progetto da realizzarsi ex-novo a partire dal vespaio sottostante al piano seminterrato.

Si precisa che le fondazioni dei setti posti all'interno dei locali spogliatoio, deposito, sala medica, sottoscala e WC sala docente (S1-S2-S3-S4-S5-S6) saranno realizzate operando in luogo confinato. Saranno create demolendo parte del solaio di pavimento (solo i blocchi in laterizio e non i travetti e travi in c.a., vedere tav. n.5) di detti locali; si procederà lavorando dall'alto verso il basso, cioè dal piano pavimento dei locali posti a piano terreno verso le fondazioni. Le aperture realizzate contribuiranno ad aumentare l'areazione del luogo di lavoro che del resto sarà aerato ed illuminato come da layout allegato al piano di sicurezza a coordinamento.

Un ulteriore possibilità di accesso all'area di lavoro sottopavimento potrà avvenire dal vespaio posto tra il piano campagna e l'intradosso del solaio costituente il pavimento della palestra e locali accessori, detto accesso ha un'altezza utile pari a 95cm circa;

1.3) realizzazione di setti in c.a. posti all'interno della muratura a cassa vuota perimetrale ed in sostituzione della parete posta verso l'esterno (12cm di spessore), che sarà demolita creando così le dimensioni, sommate all'intercapedine esistente, necessarie alla realizzazione del setto stesso.

I setti saranno collegati ai pilastri adiacenti, mediante l'utilizzo di barre in acciaio solidarizzate alla struttura esistente con resina epossidica da cemento, alle travi sovrastanti e sottostanti mediante demolizione parziale dei solai esistenti, come riportato negli elaborati grafici di tav. n.5 - n.6 – n.7. Successivamente si prevede l'intonacatura della porzione di facciata rimaneggiata e la ritinteggiatura della predetta porzione di muratura, con colore uguale all'esistente.

1.4) realizzazione di setti in c.a. posizionati in sostituzione di alcuni tramezzi esistenti; la realizzazione avverrà mediante la demolizione dei tramezzi, il collegamento degli stessi ai pilastri adiacenti, mediante l'utilizzo di barre in acciaio solidarizzate alla struttura esistente con resina epossidica da cemento, alle travi sovrastanti e sottostanti mediante demolizione parziale dei solai esistenti, come riportato negli elaborati grafici di tav. n.5 - n.6 – n.7. Successivamente si prevede l'intonacatura della porzione di muratura rimaneggiata e la ritinteggiatura della predetta porzione di muratura;

1.5) trasformazione di giunto termico in giunto sismico, rendendo idoneo il giunto presente tra il blocco 4 (palestra) costituito dall'edificio realizzato con struttura prefabbricata ed i blocchi 1 (sala polivalente, refettorio, ecc) e 2 (ingresso, scale, ecc), ampliandolo in modo che le strutture siano distanziate di 4cm, come riportato in tav. n.7. La scelta è dovuta al fatto che i due complessi edilizi hanno

tipologia strutturale totalmente differente, struttura prefabbricata in cemento armato e struttura in cemento armato in opera, così da potere considerare il giunto sia termico che sismico.

L'intervento è limitato alla zona di contatto tra i pilastri prefabbricati ed i solai in c.a. esistenti, per cui si prevede una limitata demolizione del copriferro (1-1,5 cm) delle travi perimetrali dei solai poste in corrispondenza dei pilastri prefabbricati dell'edificio palestra, intervenendo dall'intradosso dei solai su citati.

1.6) chiusura di giunti termici presenti nell'edificio creando un collegamento dei corpi di fabbrica con piastre metalliche da posizionare in corrispondenza dei giunti stessi all'intradosso dei solai, così da vincolare e solidarizzare tra loro le strutture, ma consentire ancora le dilatazioni termiche, permesse dalla differenza di diametro del foro eseguito sul piatto di collegamento (16mm) e il tassello utilizzato (14mm)..

1.7) rimozione e successivo rifacimento di alcune porzioni di impianti (elettrico, termico ed idraulico), esistenti ove l'intervento in progetto comporta la demolizione delle tramezzature poste tra: l'aula di sostegno 2 e l'aula 1, tra la sala polivalente ed il refettorio, tra l'aula 7 e l'aula 9, tra il laboratorio artistico ed i bagni.

dette pareti contengono alcuni impianti tra cui. Occorrerà inoltre ripristinare gli impianti dei servizi igienici posti nello spogliatoio femminile, sala docente, bagno posto sul retro dell'alloggio custode, il tutto al piano terreno. Si prevede inoltre lo scollegamento e successivo ricollegamento di n.9 termosifoni, al fine di permettere la realizzazione dei setti in c.a..

Le zone in cui saranno posizionati i setti in progetto sono state scelte in funzione della distribuzione degli ambienti scolastici ed il posizionamento delle aperture, al fine di limitare al massimo il disagio all'ambiente scolastico e facilitarne la realizzazione.

2) Miglioramento sismico dell'edificio in cemento armato prefabbricato (palestra e spogliatoi in struttura prefabbricata), consistente nella realizzazione di collegamenti in acciaio delle strutture prefabbricate che allo stato attuale sono unite per attrito e appoggio, con l'utilizzo del peso proprio, quindi non in grado di contrastare le forze sismiche orizzontali. Le opere in progetto collegano tra loro i vari elementi strutturali, così che non possano verificarsi casi tipo lo scivolamento dei tegoli di copertura, o spostamento delle travi a seguito di sisma. Si prevede inoltre di rinforzare i pilastri

esistenti che presentano una carenza a livello della base, mediante calastrellatura in acciaio fino in sommità degli stessi.
Nello specifico si procederà alla rimozione di parte della muratura esterna, all'inserimento della calastrellatura costituita da n.4 profilati metallici a L di lato pari a 80x80mm e spessore 6mm posti in corrispondenza degli angoli del pilastro collegati tra loro con dei profilati metallici piatti di lunghezza pari a 380mm, altezza 80mm e spessore 6mm saldati agli stessi a interasse 200mm; i piatti non saranno saldati a tutti gli angolari ma solamente agli angolari posti in corrispondenza degli spigoli esterni, cosicchè si possano inserire attraverso dei fori, tagli, realizzati nella muratura e solidarizzare mediante saldatura ai profilati angolari interni.
Si precisa che il pavimento plastico della palestra dovrà essere protetto durante la fase di montaggio e saldatura della calastrellatura con teli e strato superficiale in tavolato di legno.
Successivamente si procederà al ripristino della muratura esterna, successivo rappezzo di intonaco e tinteggiatura, mentre verso l'interno sarà posizionato un rivestimento di materiale plastico antiurto fino ad un'altezza di 2m, il tutto come da particolare grafico riportato in tav.7.

3) Sistemazione delle scale di sicurezza in acciaio.

Le scale di sicurezza sono state oggetto di verifica d'idoneità statica, risultata positiva per le travature principali e negativa per le strutture secondarie e di finitura, verifica redatta dall'Ing. Fiorillo Paolo in data 13/12/2011.
L'intervento in progetto comporta il rifacimento della struttura secondaria quale gradini, pianerottoli, parapetti, utilizzando un grigliato in acciaio zincato tipo "orso-grill", al fine di rendere le strutture adeguate alla normativa vigente.
Per le strutture principali che vengono mantenute si prevede la sverniciatura, trattamento antiruggine e successiva riverniciatura; gli elementi trattati sono quindi: pilastri, mensole, travi e cosciali.
Dette lavorazioni dovranno essere eseguite in totale assenza dell'attività scolastica, come previsto dal piano di sicurezza e coordinamento.

Si riporta nel seguito uno stralcio delle verifiche eseguite per le strutture in c.a. e c.a.p. (edificio scolatico e palestra).

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche geotecniche del territorio interessato dall'intervento oggetto del presente progetto sono state determinate tramite una serie di valutazioni.
Considerata l'ubicazione, l'orografia, l'estensione delle aree, la natura fisico – chimica del terreno, la profondità della falda e caratteristiche dei terreni di fondazione si può affermare che il sito esaminato ed oggetto d'intervento è compatibile con le opere in progetto.

La costruzione non comporta carichi particolari aggiuntivi sul terreno di fondazione.
Per questo motivo, vista la stratigrafia, e trattandosi di area già utilizzata allo scopo e per la quale non si sono presentati in passato problemi di stabilità, si sono valutati i valori delle caratteristiche del terreno di fondazione in base all'esperienza, alla letteratura ed a alcune prove eseguite in sito.
Si ricavano i valori dalla relazione geologica allegata redatta dal Dott. Geol. Marco Zantonelli:

Livello 3 – ghiaie-sabbiose eterometriche		
Estensione verticale	m da p.c.	Oltre 1.00 m
γ'	kN m^{-3}	19,5
φ'_{cv}	°	34°
C'	kPa	0

Tab. 3 – *Parametri di progetto-criterio semiprobabilistico*

Si precisa che il piano di appoggio delle fondazioni in progetto poste a servizio dei setti in c.a. posti all'interno del fabbricato, sarà posto alla stessa quota di imposta delle fondazioni esistenti.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche del terreno di fondazione sono state valutate come:
Categoria del sottosuolo: **B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$

nei terreni a grana grossa e $c_{u,30}$ > 250 kPa nei terreni a grana fina)".

Vista la morfologia, il coefficiente di amplificazione topografica applicabile è T1.
Si allega la verifica geotecnica della fondazione di un setto in c.a..

7. MATERIALI

7.1. Materiali esistenti

Si individuano le caratteristiche dei materiali impiegati per la realizzazione dell'edificio basandosi sulla normativa vigente all'epoca dell'edificazione, su quanto indicato sugli elaborati grafici reperiti e sulle prove eseguite allegate alla presente relazione (carotaggi).
Dalle tavole storiche di progetto risulta che:

- Calcestruzzo per edificio in c.a.o.: Rck >=250 kg/cmq - cemento tipo 425 – 300 kg/mc
- Acciaio per edificio in c.a.o.: Fe B 44 – Tensione ammissibile=2200 kg/cmq
- Calcestruzzo per edificio in c.a.p.: cemento tipo 525 – 335 kg/mc
- Acciaio per edificio in c.a.p.: Fe B 38K – Tensione ammissibile=2200 kg/cmq

Si allegano i risultati delle prove eseguite in sito:

Certificato soggetto all'imposta di bollo in caso d'uso, ai sensi del D.P.R. n. 642/72 - allegato A parte II delle Tariffe.

POLITECNICO DI TORINO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA
MASTRLAB - LABORATORIO SPERIMENTALE MATERIALI E STRUTTURE
Corso Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 TORINO

Protocollo 21667
Certificato 21516/16/A

REGIONE PIEMONTE
13 MAR. 2014
SEDE DI PINEROLO

Spett. le
Regione Piemonte
Piazza Castello, 165
10122 – Torino

Verifiche tecniche su edifici strategici e rilevanti

1 Generalità

In relazione alla convenzione tra la Regione Piemonte e il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino, stipulata in data 2 febbraio 2009 e mirata allo svolgimento delle verifiche previste dall'articolo 2, comma 3 e 4 dell'OPCM 3274/2003 (riguardante l'attività di prevenzione sul rischio sismico, la supervisione tecnico - scientifica e l'esecuzione di indagini sui materiali strutturali) e sulla base delle indicazioni degli Ingegneri Monteleone e Rabino incaricati del piano di rilevamento, sono state effettuate prove non distruttive e prelievi di saggi di calcestruzzo a cura del MASTRLAB - Laboratorio Sperimentale Materiali e Strutture di questo Dipartimento sulle strutture in oggetto. La preparazione dei provini e le successive prove di compressione sono state eseguite presso questo Laboratorio.

2 Descrizione dei prelievi e delle prove

2.1 Prove di pull-out

Le prove sono state eseguite secondo le modalità indicate dalla norma UNI 10157:1992, praticando fori con opportuna lavorazione sottosquadro ed alloggiandovi inserti ad espansione geometrica (inserti di tipo A); ciascuna prova prevede l'estrazione di 3 inserti. La forza necessaria all'estrazione dell'inserto è stata applicata con un martinetto idraulico azionato da una pompa manuale ed è stata calcolata applicando i parametri della curva di taratura alle misure lette al manometro della pompa.

2.2 Determinazione del passo e della profondità di barre e staffe

La misura è stata effettuata con l'impiego di apparecchiatura elettronica Profometer 5 Modello S/Scanlog.

2.3 Prelievo di carote e preparazione dei provini

Il prelievo dei campioni di calcestruzzo è stato effettuato con l'asse orizzontale secondo la Norma UNI EN 12504-1:2009 adottando il metodo del carotaggio con l'impiego di sonde a corona diamantata in costante presenza di acqua.
Sono state estratte carote con fustelle aventi diametro 64 mm.
Dal materiale estratto sono stati ricavati, in Laboratorio, i provini da destinare alla sperimentazione.
Nella tabella relativa alle prove di compressione viene riportato per ciascun provino il codice della carota da

Lo Sperimentatore
Marco C. Alessio

Il Direttore del Dipartimento
Giovanni Barla

Il Direttore del Laboratorio
Crescentino Bosco

cui è stato ricavato.
Da ciascun campione sono state asportate le parti terminali con tagli ortogonali alle generatrici mediante sega circolare diamantata in bagno emulsivo di olio e cherosene allo scopo di:

- rendere le superfici delle teste del provino piane e parallele;
- eliminare, ove possibile, eventuali barre di armatura;
- eliminare, ove possibile, eventuali sezioni che presentassero una ripresa del getto d'opera.

Qualora la planarità della superficie, in seguito al taglio, non avesse rispettato la tolleranza di norma, si è provveduto alla rettifica mediante spianatrice.
Le dimensioni dei provini ottenuti sono riportate nella tabella dei risultati di prova.

2.4 Prove di carbonatazione

Le prove sono state eseguite in sito, sui campioni di calcestruzzo prelevati tramite carotaggio subito dopo l'estrazione.
La determinazione della profondità di carbonatazione è stata effettuata secondo la norma UNI 9944:1992 utilizzando come reagente una soluzione di fenolftaleina all'1% in alcol etilico.

2.5 Determinazione della massa volumica

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo è stata effettuata prima della prova di compressione secondo la norma UNI EN 12390-7:2009. La massa di ciascun campione è stata determinata tramite pesatura con bilancia di portata 35 kg (n. serie 2896889), con unità di formato 1g; il volume è stato ottenuto tramite calcolo a partire dalla geometria di ciascun provino rilevata mediante calibro, modello CD-20D, n. serie 7017897 in conformità alla norma UNI EN 12504-1:2009.

2.6 Prove di compressione su carote

Le prove sono state eseguite in conformità alle indicazioni contenute nella norma UNI EN 12390-3:2009 applicando sui provini un carico assiale che è stato incrementato in modo continuo fino a raggiungere la rottura, previa verifica della planarità e dell'ortogonalità delle superfici di applicazione del carico.
Le prove sono state eseguite con macchina di prova di classe 1 - UNI EN ISO 7500-1:2005, certificato di taratura n° 146/2010 emesso dalla Sezione Forza del Centro SIT n. 139 del Politecnico di Torino in data 12/10/2010.

3.3.4 Profondità di carbonatazione

Codice prelievo	Profondità di carbonatazione (mm)	Data misura
C1	5	21/03/2011
C2	5	21/03/2011
C3	0	21/03/2011

3.3.5 Prova di compressione su carote

Codice prelievo	Dimensioni		Massa volumica	Sezione	Carico massimo	Tensione al carico massimo
	Altezza	Diametro				
	(mm)	(mm)	(kg/dm^3)	(mm^2)	(kN)	(N/mm^2)
C1	67,5	64,3	2,1	3247	53,2	16,4
C2	67,8	64,3	2,2	3247	52,6	16,2
C3	66,5	64,3	2,2	3247	82,0	25,2

Più nello specifico i parametri ricavati e successivamente assunti nella modellazione sono:

- **Calcestruzzo per l'edificio in c.a.o.:**

La campagna di carotaggi ha dato i seguenti valori:

contrassegno provino	Resistenza a compressione (MPa)
C 1	16.4
C2	16.2
C3	25.2

La media delle carote risulta pari a 19.27 MPa.

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini predisposti in corso d'opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

I motivi di tali differenze possono essere: la procedura di messa in opera e di compattazione, la stagionatura, l'effetto del prelievo.

In mancanza di un'esperienza diretta è accettabile assumere che, a parità di tempo di stagionatura, la resistenza in situ ottenuta attraverso il carotaggio sia non inferiore a 0.85 volte la resistenza cilindrica del calcestruzzo messo in opera. Detto ciò su può considerare una resistenza media pari a $\mathbf{Rck_{media} = 19.27 / 0.85 = 22.67\ MPa.}$

Per la modellazione dell'edificio si è comunque deciso di usare un calcestruzzo di classe **C20/25** compatibile con i risultati ottenuti e con le caratteristiche del cls previsto in progetto, con livello di conoscenza **LC1** e rispettivo fattore di confidenza pari a **FC=1.35**.

- **acciaio:**

Non sono state eseguite prove di estrazione ma si assume la tipologia in uso all'epoca della costruzione ed indicata sulle tavole progettuali, per cui barre d'armatura tipo **Feb44**, con livello di conoscenza LC1 per l'edificio in c.a.o. e **FeB38K**, con livello di conoscenza LC1 per l'edificio in c.a.p..

7.2. Materiali in progetto

I materiali utilizzati per le opere in progetto devono rispondere ai requisiti imposti dalle Norme Tecniche per le costruzioni 2008 e s.m.i., per cui:

- Calcestruzzo fondazioni C25/30, Rck>=30 MPa, rapporto acqua/cemento<0.60, classe d'esposizione XC2, contenuto minimo di cemento 300 kg/mc, classe di consistenza S4;
- Calcestruzzo elevazione C25/30, Rck>=30 MPa, rapporto acqua/cemento<0.60, classe d'esposizione XC1, contenuto minimo di cemento 300 kg/mc, classe di consistenza S4;
- Acciaio B450C: L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

$f_{y\ nom}$	450 N/mm^2
$f_{t\ nom}$	540 N/mm^2

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	≥1,15 <1,35	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	≤ 1,25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	≥ 7,5 %	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ	

- Acciaio da carpenteria: sono prescritti per la realizzazione dei collegamenti e delle calastrellature dei profili metallici standard realizzati con acciaio rispondente alle seguenti caratteristiche meccaniche:

  S275 (UNI EN 10025-2)

  ftk > 430 MPa tensione di rottura a trazione caratteristica

fyk = 275 MPa tensione di snervamento caratteristica (spessore≤40 mm)

Es = 210'000 MPa modulo elastico

Gs = 89'565 MPa modulo elastico tangenziale

ν = 0.15 coefficiente di Poisson

α = 0.000012 °C-1 coefficiente di dilatazione termica

tali elementi saranno assemblati mediante saldatura a cordone d'angolo a completa penetrazione e bullonati.

8. ESTRATTO FASCICOLI DI CALCOLO

Si riportano nel seguito gli estratti dei fascicoli di calcolo relativi alle verifiche strutturali. Si omettono i tabulati in quanto l'insieme degli stessi supera in numero di circa 3000 pagine e la copia completa dei fascicoli dei calcoli è presente in Comune di Pinerolo e presso il Settore Simico della Regione Piemonte (prot. n.13067 del 15/03/2017).

8.1. Estratto fascicolo edificio prefabbricato palestra

Il presente fascicolo raggruppa la modellazione dell'edifico prefabbricato denominato "palestra" nelle condizioni attuali e nelle condizioni post intervento.

Si riportano i risultati principali ottenuti nelle due modellazioni.

Nelle **condizioni attuali** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- ### Verifica edifici esistenti

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, s] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni

Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: 3.765
Pilastrata 32
Valori azioni gravitazionali N= -17006.4 Tx= 0.3 Ty= -262.8
Valori azioni sismiche N= -117.2 Tx= -355.8 Ty= -2495
Tagli ultimi Tx= -355.4 Ty= -2757.7
Combinazione SLV 5
Sezione a quota -100
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Rottura a flessione

Moltiplicatore: **0.236**
Pilastrata 19
Valori azioni gravitazionali N= -16810.4 Mx= 160457 My= 211.2
Valori azioni sismiche N= -117.2 Mx= 1513576.3 My= -213701.4
Momenti ultimi Mx= 1674033.3 My= -213490.1
Combinazione SLV 5
Sezione a quota 0
Tempo di ritorno 56 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.236
PGA 0.064
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.268

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: **0.945**
Combinazione SLO 11
tra Nodo 313 e Nodo 412
Tempo di ritorno 105 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 0.947
PGA 0.086
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 0.942

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: 1.534
Combinazione SLV fondazioni 11
Nodo 389 di coordinate 1770,4;-4159,5;-62,5
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Raggiungimento portanza delle travi di fondazione

Moltiplicatore: 11.307
Combinazione SLV FO 7
Elemento Trave di fondazione a "Fondazione" 41-43

Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Nelle **condizioni di progetto** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- **Verifica edifici esistenti**

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni
Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: 4.951
Pilastrata 32
Valori azioni gravitazionali N= -14586.8 Tx= -2 Ty= -262.8
Valori azioni sismiche N= -580.4 Tx= -1672.7 Ty= -12353.4
Tagli ultimi Tx= 12621.6 Ty= 12621.6
Combinazione SLV 5
Sezione a quota 555
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Rottura a flessione

Moltiplicatore: 1.742
Trave a "Fondazione " 1-2
Momento flettente gravitazionale -39801
Momento flettente sismico -47413
Momento ultimo -257995
Combinazione SLV FO 1
Sezione a distanza 190
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: **0.945**
Combinazione SLO 11
tra Nodo 314 e Nodo 418
Tempo di ritorno 105 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 0.947
PGA 0.086
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 0.942

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: 1.533
Combinazione SLV fondazioni 7
Nodo 392 di coordinate 1610,4;-4159,5;-62,5
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Raggiungimento portanza delle travi di fondazione

Moltiplicatore: 10.246
Combinazione SLV FO 11
Elemento Trave di fondazione a "Fondazione" 54-56
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

- ## Conclusioni

Da quanto su riportato ne consegue che il fabbricato palestra raggiungerà indicatori di rischio superiori al 60%=0,60. Il coefficiente che non rispettava detta verifica era il moltiplicatore per rottura a flessione, che prima dell'intervento era pari a iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.236, mentre a seguito dell'intervento in progetto è di iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092.

8.2. Estratto fascicolo edificio spogliatoio, musica

Il presente fascicolo raggruppa la modellazione dell'edifico denominato "spogliatoio - musica" nelle condizioni attuali e nelle condizioni post intervento.

Si riportano i risultati principali ottenuti nelle due modellazioni.

Nelle **<u>condizioni attuali</u>** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- Verifica edifici esistenti

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*
***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*
***Quota**: quota del nodo [cm]*
***Area**: area del pilastro [cm²]*
***Minimo staffe**: verificato grazie ai minimi di staffatura secondo 7.4.29*
***Confinato**: nodo interamente confinato*
***Ag**: area della sezione trasversale del pilastro [cm²]*
***Angolo Trave**: angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*
***Compressione**: dati della verifica della tensione di compressione del nodo*
***Vnc**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Nc**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Snc**: tensione di compressione agente [daN/cm²]*
***Snc,lim**: tensione di compressione limite [daN/cm²]*
***Comb. c**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*
***Trazione**: dati della verifica della tensione di trazione del nodo*
***Vnt**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Nt**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Snt**: tensione di trazione agente [daN/cm²]*
***Snt,lim**: tensione di trazione limite [daN/cm²]*
***Comb. t**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

<u>Accelerazioni e tempi di ritorno</u>
Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni
Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: **0.133**
Trave a "Piano 2" 1-2
Taglio gravitazionale 2838.5
Taglio sismico 2860.7
Taglio ultimo 3218.9
Combinazione SLV 5
Mensola sinistra
Sezione a distanza 24.5
Tempo di ritorno 15 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.137
PGA 0.032
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.135

Rottura a flessione

Moltiplicatore: **0.07**
Trave a "Piano 2" 19-16
Momento flettente gravitazionale 42656.7
Momento flettente sismico 806001.9
Momento ultimo 98908.1
Combinazione SLV 7
Mensola sinistra
Sezione a distanza 32.7
Tempo di ritorno 4 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.08
PGA 0.016
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.068

Rottura di un nodo

Moltiplicatore: **0.05**
Pilastrata 28
Combinazione SLV 11
Sezione a quota 0
Tempo di ritorno 2 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.06
PGA 0.011
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.048

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: **0.548**
Combinazione SLO 10
tra Nodo 565 e Nodo 619
Tempo di ritorno 34 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 0.596
PGA 0.049
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 0.538

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: **0.687**
Combinazione SLV fondazioni 15

Nodo 306 di coordinate -38,0;341,8;-110,0
Tempo di ritorno 588 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.619
PGA 0.168
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.702

Nelle **condizioni di progetto** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- **Verifica edifici esistenti**

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*
***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*
***Quota**: quota del nodo [cm]*
***Area**: area del pilastro [cm²]*
***Minimo staffe**: verificato grazie ai minimi di staffatura secondo 7.4.29*
***Confinato**: nodo interamente confinato*
***Ag**: area della sezione trasversale del pilastro [cm²]*
***Angolo Trave**: angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*
***Compressione**: dati della verifica della tensione di compressione del nodo*
***Vnc**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Nc**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Snc**: tensione di compressione agente [daN/cm²]*
***Snc,lim**: tensione di compressione limite [daN/cm²]*
***Comb. c**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*
***Trazione**: dati della verifica della tensione di trazione del nodo*
***Vnt**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Nt**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Snt**: tensione di trazione agente [daN/cm²]*
***Snt,lim**: tensione di trazione limite [daN/cm²]*
***Comb. t**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni
Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: 1.147
Trave a "Piano 2" 4-22
Taglio gravitazionale 3728.6
Taglio sismico 875
Taglio ultimo 4732.3
Combinazione SLV 5
Campata 2
Sezione a distanza 60
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Rottura a flessione

Moltiplicatore: **0.673**
Pilastrata 29
Valori azioni gravitazionali N= -2595.5 Mx= 136.6 My= 340.3
Valori azioni sismiche N= 14726.4 Mx= -4801.2 My= 2479.1
Momenti ultimi Mx= -4661.3 My= 2817.4
Combinazione SLV 7
Sezione a quota -95
Tempo di ritorno 554 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.604
PGA 0.164
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.689

Rottura di un nodo

Moltiplicatore: 1.586
Pilastrata 28
Combinazione SLV 16
Sezione a quota 0
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: 1.223
Combinazione SLO 10
tra Nodo 606 e Nodo 731
Tempo di ritorno 192 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 1.213
PGA 0.112
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 1.22

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: **0.876**
Combinazione SLV fondazioni 10
Nodo 362 di coordinate 228,0;699,3;-110,0

Tempo di ritorno 1231 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.837
PGA 0.211
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.884

- **Conclusioni**

Il fabbricato spogliatoio, musica, raggiungerà indicatori di rischio superiori al 60%=0,60. I coefficienti che non rispettavano detta verifica erano il moltiplicatore per rottura a flessione e di nodo che prima dell'intervento erano pari a iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^0.41 = 0.08 (flessione) e iTr=0.06 (nodo), mentre a seguito dell'intervento in progetto risulteranno pari a iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = **0.604** (flessione) e iTr=1.092 (nodo).

8.3. Estratto fascicolo edificio scuola

Il presente fascicolo raggruppa la modellazione dell'edifico denominato "scuola" nelle condizioni attuali e nelle condizioni post intervento.

Si riportano i risultati principali ottenuti nelle due modellazioni.

Nelle **condizioni attuali** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- **Verifica edifici esistenti**

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*
***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*
***Quota**: quota del nodo [cm]*
***Area**: area del pilastro [cm²]*
***Minimo staffe**: verificato grazie ai minimi di staffatura secondo 7.4.29*
***Confinato**: nodo interamente confinato*
***Ag**: area della sezione trasversale del pilastro [cm²]*
***Angolo Trave**: angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*
***Compressione**: dati della verifica della tensione di compressione del nodo*

***Vnc**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Nc**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Snc**: tensione di compressione agente [daN/cm²]*
***Snc,lim**: tensione di compressione limite [daN/cm²]*
***Comb. c**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*
***Trazione**: dati della verifica della tensione di trazione del nodo*
***Vnt**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Nt**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Snt**: tensione di trazione agente [daN/cm²]*
***Snt,lim**: tensione di trazione limite [daN/cm²]*
***Comb. t**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni
Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: **0.127**
Trave a "Piano primo - 2" 16-18
Taglio gravitazionale -2216
Taglio sismico -11489
Taglio ultimo -7003
Combinazione SLV 12
Campata 1
Sezione a distanza 222
Tempo di ritorno 193 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.164
PGA 0.11
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.168

Rottura a flessione

Moltiplicatore: **0.044**
Trave a "Piano primo - 2" 37-43
Momento flettente gravitazionale -387493
Momento flettente sismico -6737479
Momento ultimo -681117
Combinazione SLV 5
Campata 1
Sezione a distanza 35
Tempo di ritorno 4 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.08
PGA 0.02
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.068

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: **0.446**
Combinazione SLO 1
tra Nodo 5166 e Nodo 5267
Tempo di ritorno 30 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 0.566
PGA 0.046
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 0.502

Raggiungimento della pressione massima al suolo

Moltiplicatore: **2.296**
Combinazione SLV fondazioni 5
Nodo 1189 di coordinate -67,4;626,3;-110,0
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

Nelle **condizioni di progetto** i parametri di verifica dell'edificio esistente sono:

- **Verifica edifici esistenti**

***Desc.**: descrizione*
***Stato limite**: v=Taglio; PF=Presso flessione; PFFP=Presso flessione fuori piano; R=Ribaltamento*
***Molt.**: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite*
***Comb.**: combinazione*
***PGA**: accelerazione al suolo*
***PGA/PGArif**: indicatore di rischio sismico in termini di PGA*
***TR**: tempo di ritorno*
***(TR/TRrif)^.41**: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno*
***Trave**: titolo della trave*
***Verifica**: stato di verifica*
***Pressoflessione**: dati della verifica a pressoflessione*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a flessione*
***Molt.**: moltiplicatore della azione sismica che produce lo stato limite*
***iPGA**: indicatore di rischio sismico in termini di accelerazione*
***iTR**: indicatore di rischio sismico in termini di tempo di ritorno*
***Taglio**: dati della verifica a taglio*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza a taglio*
***Pilastro**: titolo del pilastro*
***Nodi**: dati della verifica dei nodi*
***Coeff.s.**: coefficiente di sicurezza del nodo*
***Conf.**: nodo interamente confinato*
***Min.st.**: verificato grazie ai minimi di staffatura*
***Pilastro**: pilastro cui appartiene il nodo*
***Quota**: quota del nodo [cm]*
***Area**: area del pilastro [cm²]*
***Minimo staffe**: verificato grazie ai minimi di staffatura secondo 7.4.29*
***Confinato**: nodo interamente confinato*
***Ag**: area della sezione trasversale del pilastro [cm²]*
***Angolo Trave**: angolo della giacitura della trave considerata rispetto al sistema di riferimento globale [deg]*
***Compressione**: dati della verifica della tensione di compressione del nodo*
***Vnc**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Nc**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di compressione [daN]*
***Snc**: tensione di compressione agente [daN/cm²]*
***Snc,lim**: tensione di compressione limite [daN/cm²]*
***Comb. c**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di compressione*
***Trazione**: dati della verifica della tensione di trazione del nodo*
***Vnt**: azione tagliante sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Nt**: azione assiale sul nodo per il calcolo della tensione di trazione [daN]*
***Snt**: tensione di trazione agente [daN/cm²]*
***Snt,lim**: tensione di trazione limite [daN/cm²]*

***Comb. t**: combinazione che dà il valore peggiore per la tensione di trazione*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Verifica di edificio esistente con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.) § C8.7.2.4

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLV (ag/g_SLV*S*ST) PGA,SLVrif = 0.239
Accelerazione di aggancio SLO (ag/g_SLO*S*ST) PGA,SLOrif = 0.091
Tr,SLVrif = 1898 anni
Tr,SLOrif = 120 anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

Rottura a taglio

Moltiplicatore: **0.880**
Trave a "Piano primo -1" 98-128
Taglio gravitazionale 3882
Taglio sismico 2356
Taglio ultimo 5488
Combinazione SLV 2
Campata 1
Sezione a distanza 70
Tempo di ritorno 645 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.642
PGA 0.17
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.723

Rottura a flessione

Moltiplicatore: **0.783**
Trave a "Piano primo 6" 91-115
Momento flettente gravitazionale -139443
Momento flettente sismico -220564
Momento ultimo -297183
Combinazione SLV 4
Campata 1
Sezione a distanza 23
Tempo di ritorno 731 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.676
PGA 0.18
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 0.753

Raggiungimento dello spostamento limite di interpiano

Moltiplicatore: **0.636**
Combinazione SLO 14
tra Nodo 3699 e Nodo 4011
Tempo di ritorno 50 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLOrif)^.41 = 0.698
PGA 0.061
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLOrif = 0.664

Raggiungimento della pressione massima al suolo
Moltiplicatore: **1.439**
Combinazione SLV fondazioni 5
Nodo 10 di coordinate 705,6;-2450,7;-110,0
Tempo di ritorno 2353 anni
Indicatore iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 1.092
PGA 0.254
Indicatore iPGA=PGA/PGA,SLVrif = 1.063

- ## Conclusioni

Il fabbricato scuola, raggiungerà indicatori di rischio superiori al 60%=0,60.

Allo stato attuale nessun coefficiente rispettava il valore ad accezione del coefficiente del raggiungimento della pressione massima al suolo, mentre a seguito dell'intervento in progetto i coefficienti di sicurezza sono migliorati fino ad arrivare ai seguenti valori:

- iTr=(Tr/Tr,SLVrif)^.41 = 0.676 (flessione)
- iTr=0.642 (taglio)
- iTr=0.698 (spostamenti)
- iTr=1.092 (pressione suolo).

8.4. Conclusioni verifiche

Si riporta in una tabella comparativa i valori dei coefficienti ante e post intervento, valori riportati nei paragrafi precedenti.

PALESTRA (prefabbricato)

Tipologia limite raggiunto	***Indicatore I_{tR} Ante intervento***	***Indicatore I_{tR} Post intervento***
Rottura a taglio	1.092	1.092
Rottura a flessione	0.236	1.092
Spostamento limite	0.947	0.947
Pressione suolo	1.092	1.092
Portanza travi fondazione	1.092	1.092

EDIFICIO SPOGLIATOIO, MUSICA

Tipologia limite raggiunto	***Indicatore I_{tR} Ante intervento***	***Indicatore I_{tR} Post intervento***
Rottura a taglio	0.137	1.092
Rottura a flessione	0.08	0.604
Rottura di un nodo	0.06	1.092
Spostamento limite	0.596	1.213
Pressione suolo	0.619	0.837

EDIFICIO SCUOLA

Tipologia limite raggiunto	***Indicatore I_{tR} Ante intervento***	***Indicatore I_{tR} Post intervento***
Rottura a taglio	0.164	0.642
Rottura a flessione	0.08	0.676
Spostamento limite	0.566	0.698
Pressione suolo	1.092	1.092