



COOPROGETTI

AZIENDA CON SISTEMA QUALITÀ CERTIFICATO
NORMA UNI-EN-ISO 9001:2008
CERT. SGS ITALIA s.r.l. N°IT09/0043

localizzazione

**REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO
COMUNE DI BREDA DI PIAVE**

tavola

D.03

committente

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BREDA DI PIAVE

lavoro

**OPERE DI ADEGUAMENTO SISMICO E ENERGETICO
DELLA SCUOLA PRIMARIA DI SALETTO DI BREDA
DI PIAVE - CIG: Z3523230A0**

FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

oggetto

scala

RELAZIONE TECNICA, GEOTECNICA E SISMICA

responsabile di progetto

gruppo di progettazione

ambito progettuale

PROGETTAZIONE GENERALE
E COORDINAMENTO

PROGETTO ARCHITETTONICO

PROGETTO STRUTTURALE

ing. Mario Visentin - arch. Paolo Peronio

ing. Tiberio Altinier

ing. Matteo Bordugo

PROGETTO STRUTTURALE

ing. Tiberio Altinier

PROGETTO IMPIANTISTICO

ing. Maurizio Casoni

S.c.r.l.

- ingegneria
- urbanistica
- ambiente
- architettura
- ricerca

Sede

Via Montereale n. 10/C
33170 Pordenone

Telefono 0434-21085
Telefax 0434-520336

E-mail info@coprogetti.it

collaborazione e aspetti specialistici

C.C.I.A. PN 19501
P.IVA 00170010938

data progetto	rev.	data	motivo	riferimenti
				redatto ALT
Agosto 2018	1	28/09/2018	Revisione RUP	controll. FLC
				archivio 1838P_DR03_R1.doc

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO
COMUNE DI BREDA DI PIAVE

**OPERE DI ADEGUAMENTO SISMICO ED EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO DELLA SCUOLA PRIMARIA "EROI DEL PIAVE" DI
SALETTA DI BREDA DI PIAVE
CIG. Z3523230A0**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DELLE STRUTTURE
D.M. 14.01.2008 – p.to 8.7**

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DEI CORPI DI FABBRICA	6
4	INDAGINE STORICA - RILIEVO - DETTAGLI STRUTTURALI.....	11
5	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO – LIVELLO DI CONOSCENZA.....	12
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	13
7	RELAZIONE GEOLOGICO - GEOTECNICA.....	14
8	PARAMETRI SISMICI	16
9	EDIFICIO SCOLASTICO	27
10	PALESTRA	43
11	SPOGLIATOI.....	72

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le scelte strutturali del progetto adeguamento sismico del complesso scuola primaria e spogliatoi-palestra sito nella frazione di Saletto di Breda di Piave.

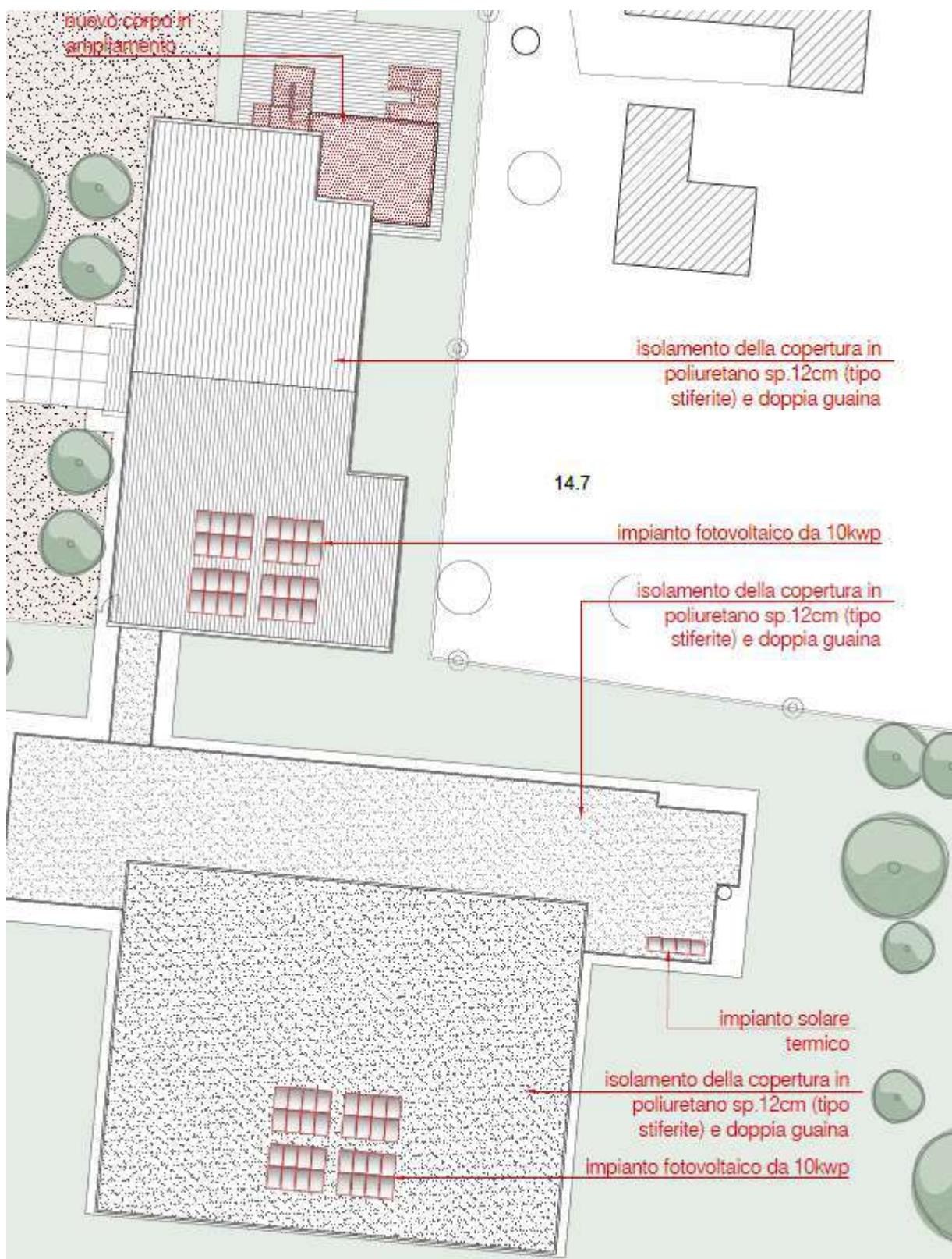
Con il progetto preliminare saranno recepite:

- **le indicazioni contenute nell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" del 17.01.2018, in particolare con riferimento al punto 8.4.3 - "Interventi di Adeguamento" dove per edifici ad uso scolastico, classe d'uso III, va previsto un intervento di adeguamento con $\zeta_E \geq 0.80$;**
- **riorganizzazione funzionale con realizzazione di un nuovo refettorio, di una nuova aula con una nuova scala di sicurezza con accesso dall'esterno. Anche la demolizione della superfettazione esistente e la nuova realizzazione di un corpo in ampliamento a struttura portante a setti in c.a. è funzionale alla ripresa delle sollecitazioni sismiche;**
- le richieste di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni richieste per gli edifici pubblici, la necessità di contenere l'irraggiamento estivo e le perdite invernali nel fronte principale mediante studio appropriato della facciata;
- le esigenze di ottimizzazione funzionale della zona mensa e di eliminazione dei dislivelli del corpo di fabbrica nord - zona aule;
- la necessità di ammodernamento degli impianti, vetusti e rumorosi, e dei serramenti della palestra;
- la evidente necessità di migliorare e rinnovare i prospetti dei fabbricati.

Questa fase di progettazione segue lo studio di vulnerabilità statica e sismica e la campagna di saggi non distruttivi, anni 2012 - 2013 a cura dello studio ITS di Pieve di Soligo a firma dell'ing. Giustino Moro. A questo studio di vulnerabilità si rimanda per le valutazioni tecniche, la descrizione e i dettagli costruttivi strutturali, le indagini sui materiali mentre nelle tavole dello stato di fatto è riportato il rilievo geometrico aggiornato con indicazione degli interventi marginali di demolizione per far posto alle strutture di rinforzo e alle indicazioni di demolizione e ricostruzione del corpo sud.

Nella figura di seguito riportata sono graficamente individuati i blocchi funzionali, aule, collegamento, spogliatoi e palestra che sono anche strutturalmente separati e realizzati in epoche successive al primo nucleo.

Vista dall'alto del complesso a seguito dell'intervento



2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **L. 5 novembre 1971, n. 1086 G.U. n. 321 del 21.7.71:** "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64:** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- **DM 14.01.2008** Revisioni delle "Norme tecniche per le costruzioni"
- DM 17.01.2018 "Aggiornamentoi delle Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617** del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27);
- **DM 21.1.81 G.U. n. 37 del 7.2.81** " Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- **CMLLPP 3.6.81 n. 22597**
- **Circ. Min. LL.PP. 1988, n.30483,** "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."

2.1 NORME PARTICOLARI

- Strutture in calcestruzzo
- **UNI EN 1992-1-1:2005** Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".
- **UNI EN 1992-2:2006** "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo".
- **CEB-FIP MODEL CODE 1990 – Design Code.**
- Strutture in acciaio
- **UNI EN 1993-1-2:2005** Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".
- **UNI EN 1993-1-3:2007** Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-3: Regole generali – Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo".
- **UNI EN 1993-1-5:2007** Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra".
- **UNI EN 1993-1-7:2002** Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-7: Regole generali –Regole supplementari per lastre ortotrope caricate al di fuori del loro piano".

- **UNI EN 1993-1-8:2005** Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti”.
- **UNI EN 1993-1-9:2005** Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-9: Fatica”.
- **UNI EN 1993-2:2007** Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti in acciaio”.
- Strutture in legno
- **UNI EN 1995-1-1:2005** Eurocodice 5 “Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole”.
- comuni e regole per gli edifici
- **UNI EN 1995-1-2:2005** Eurocodice 5 “Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”.
- Strutture di fondazione e geotecnica
- **UNI EN 1997-1:2005** “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.
- Strutture in zona sismica
- **UNI EN 1998-1:2005** “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- **UNI EN 1998-2:2006** “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.
- **UNI EN 1998-5:2005** “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

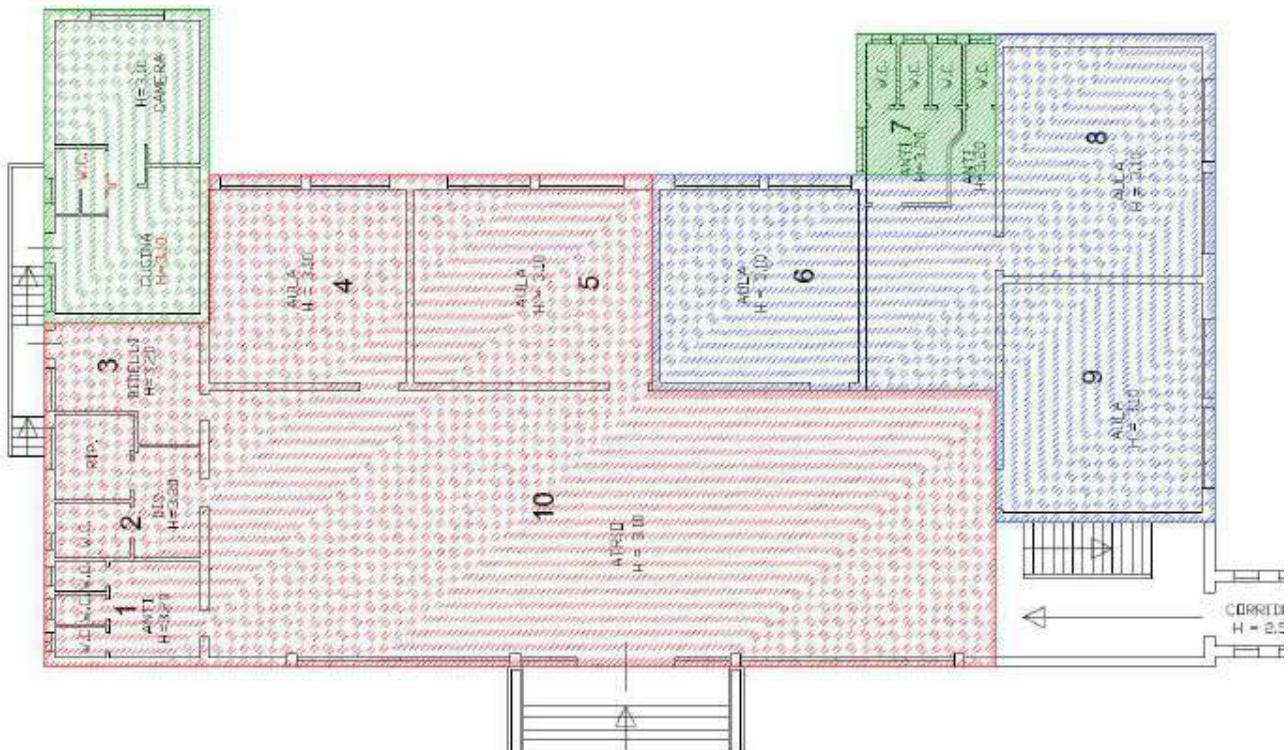
3 DESCRIZIONE DEI CORPI DI FABBRICA

Il complesso di cui trattasi è suddiviso in diversi corpi di fabbrica, divisi fra loro da adeguato giunto tecnico di costruzione, come di seguito descritti:

- il corpo aule è il nucleo originario realizzato a partire dagli anni '60. L'edificio, a due livelli fuori terra realizzato a più riprese, ha struttura portante verticale in muratura in mattoni pieni a due e tre teste, solai travetti prefabbricati, copertura in latero-cemento con travetti prefabbricati e soletta con tratti con doppi solai in laterizio con obsoleta funzione di controsoffitto. Il collegamento verticale è realizzato con una scala a due rampe in c.a..

L'edificio è irregolare in altezza per la presenza sul lato nord del volume adibito a centrale termica e uffici che ha livelli non collegati sfalsati rispetto al resto del complesso.

Anche il corpo a sud sembra mal collegato al nucleo originario e pertanto, prima del miglioramento - adeguamento vanno realizzate opere di cucitura che permetta il collegamento solidale in modo da considerare compatto il corpo di fabbrica.



Stralcio dallo studio dell'ing. G. Moro con indicazione dei blocchetti di intervento.

- Il collegamento a raso diretto con spogliatoi e palestra. È un elemento ad un livello di larghezza interna 2.00m che permette il passaggio aule-palestra direttamente dall'interno. Tale elemento ha struttura in c.a. e giunto di almeno 2/3 cm in tutto il perimetro di contatto.

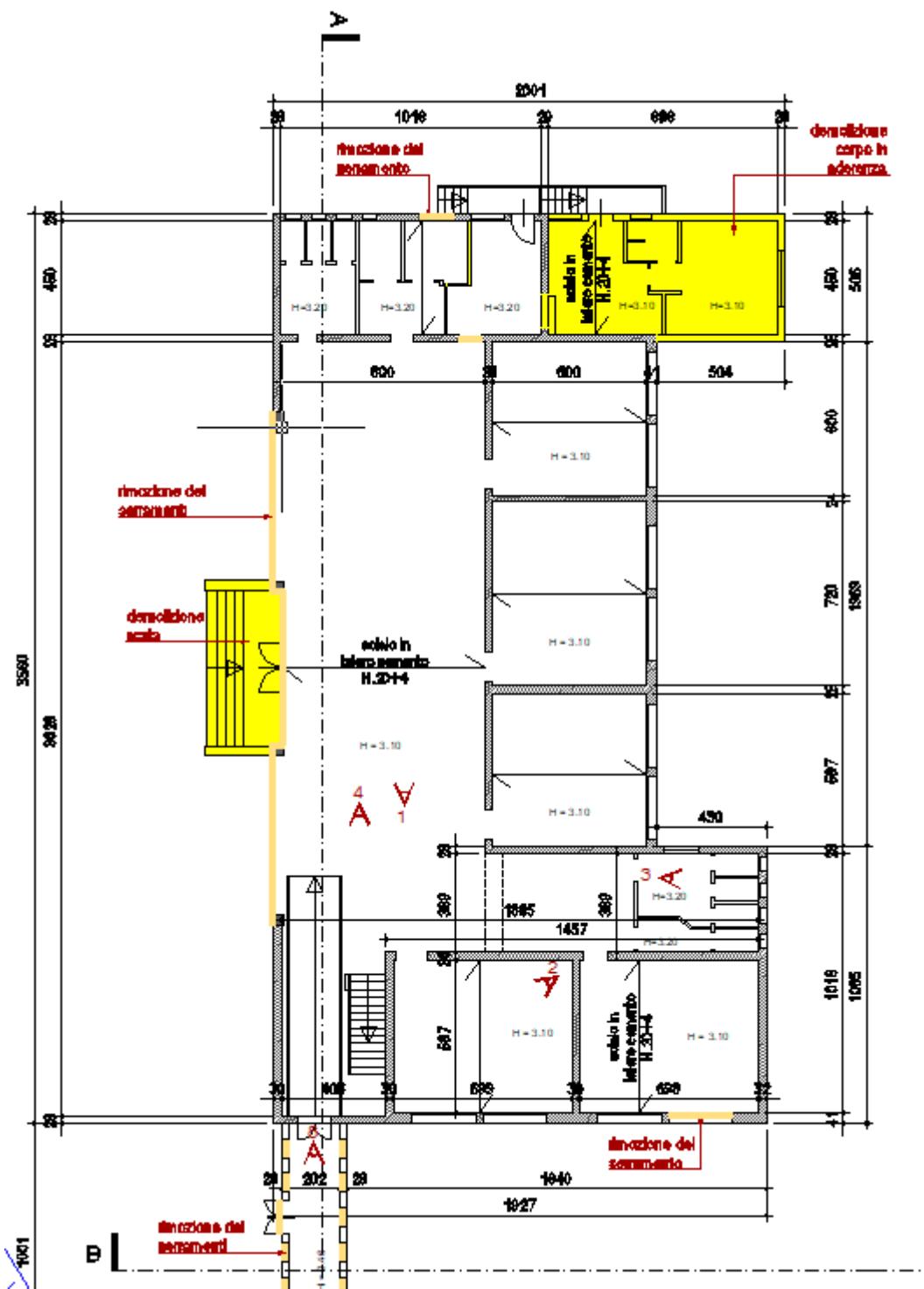
- Gli spogliatoi hanno struttura in muratura in mattoni pieni a due teste e solaio a lastre prefabbricate con getto integrativo. I serramenti sono in alluminio ed i pavimenti in cotto. La forma rettangolare monopiano molto allungata del corpo di fabbrica è ridossata alla grande palestra, separata da questa da giunto tecnico di 5 cm.

- la palestra è un impianto sportivo indipendente che con gli spogliatoi è accessibile ed utilizzato anche da soggetti esterni alla scuola. La struttura portante principale è a pilastri in c.a. gettati in opera 57x57 cm, travi principali in c.a. in altezza, mentre la copertura è a tegoli prefabbricati appoggiati alle travi senza ancoraggio. Il pavimento della palestra è in legno trattato, i tamponamenti in laterizio, i serramenti in alluminio. Sul lato lungo sono posizionate delle gradonate per spettatori prefabbricate.

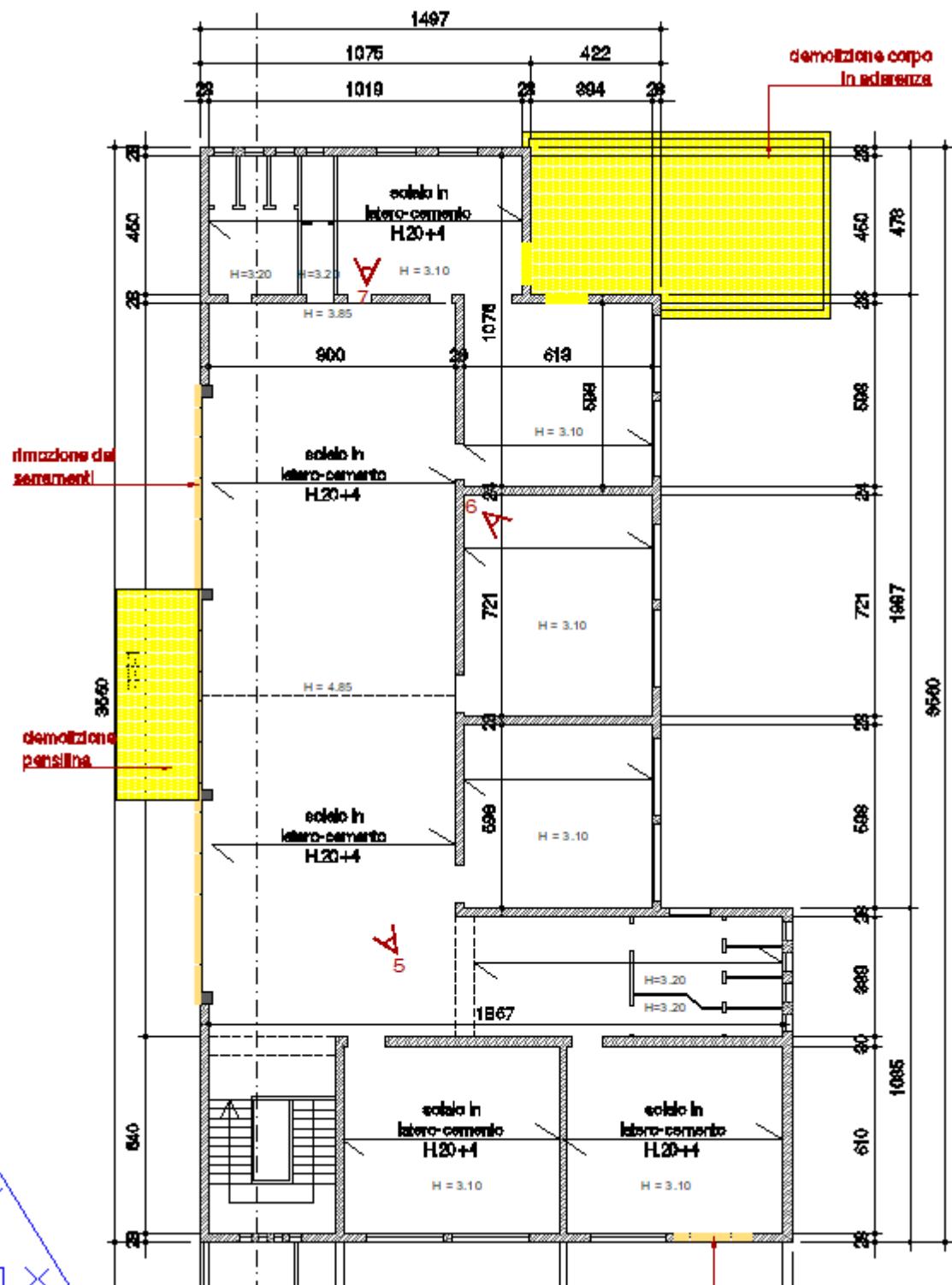
Anche in questo caso prima di procedere con le opere di adeguamento sismico si provvederà ad eseguire i completamenti minimi necessari quali gli ancoraggi tegoli - travi e la posa dei controventi di copertura per solidalizzare la struttura, evitare martellamenti e garantire la trasmissione degli sforzi ai telai in acciaio di progetto.

Come accennato in premessa dallo studio di vulnerabilità si ricavano le informazioni principali relativamente alle murature portanti della scuola ed alle dimensioni ed armature della palestra. Per le fondazioni si fa riferimento ai sondaggi meccanici ed alle ricerche riportati nello stesso documento

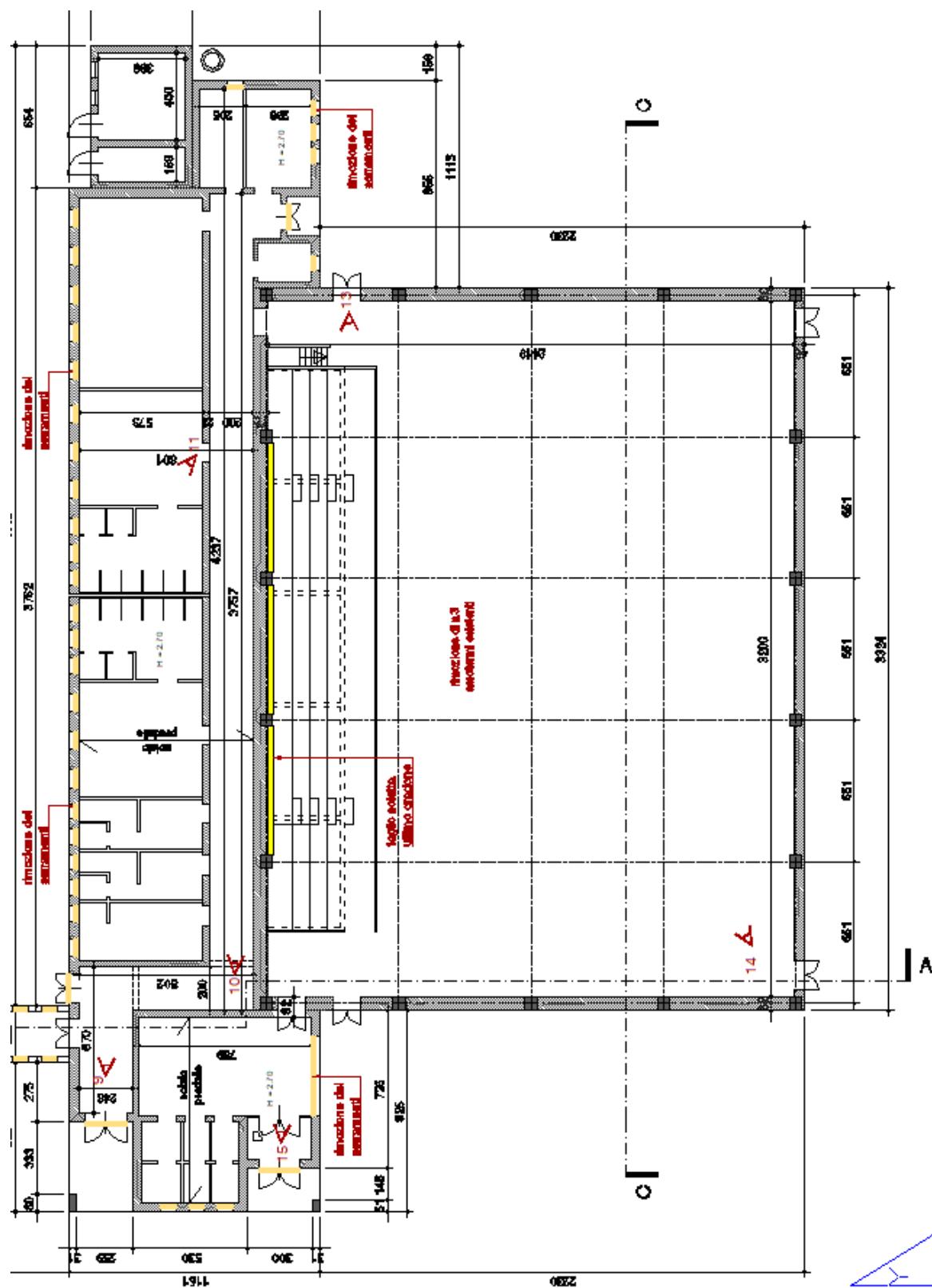
Corpo aule e collegamento - piano terra



Corpo aule - piano primo



Palestra e spogliatoi



Gli edifici sono sede sede di attività scolastiche della frazione anche in riferimento alla pericolosità nei confronti di un eventuale collasso. La costruzione, come specificato ai punti successivi, sarà quindi considerata di classe d'uso III (p.to 2.4.2 del DM 17.01.2018) mentre per opere ordinarie e di dimensioni normali si assume VN ≥ 50 anni (p.to 2.4.1). Il periodo di riferimento per l'azione sismica pertanto risulta VR = 50x1.5 = 75 Anni.

4 INDAGINE STORICA - RILIEVO - DETTAGLI STRUTTURALI

A seguito di una attenta analisi storico - critica, di una approfondita campagna di saggi sulle murature e sui solai e di un rilievo approfondito dell'organismo strutturale è stato possibile spingere la verifica delle strutture ipotizzando di sfruttare le capacità resistenti del complesso in campo non lineare.

Corpo aule

Nello stato attuale il fabbricato dimostra di avere capacità di resistenza a taglio - compressione non adeguate nei maschi murari portanti perimetrali in mattoni pieni di conseguenza la verifica dei meccanismi globali dà indici di sicurezza molto bassi indicando la necessità di riprendere le azioni orizzontali tramite interventi migliorativi sulle murature.

Spogliatoi

Gli spogliatoi hanno le stesse criticità strutturali delle aule ma vulnerabilità sensibilmente maggiore per il fatto che edifici monopiano scaricano forze orizzontali meno importanti alla base. Lungo la direzione longitudinale l'edificio risulta verificato mentre secondo direzioni trasversali necessita di intervento migliorativo con la realizzazione di pareti trasversali intermedie.

Palestra

La palestra ha struttura portante a telaio in c.a. bidirezionale, fondazioni a plinto collegate, copertura prefabbricata. La presenza dei tamponamenti a mezza altezza crea notevoli problemi a tagli nella parte aggettante che deve essere opportunamente tenuta in conto.

L'evoluzione normativa degli ultimi anni rende la struttura inadeguata da un punto di vista delle sollecitazioni e degli spostamenti il telaio principale che pertanto ha vulnerabilità molto elevata. La soluzione da adottare prevede la posa di controventi in acciaio sui quattro lati.

Per i dettagli si rinvia allo studio di vulnerabilità ed alle tavole di rilievo indicate.

5 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO – LIVELLO DI CONOSCENZA

5.1 RILIEVI ED INDAGINI SUI MATERIALI – LIVELLO DI CONOSCENZA

A seguito dell'incarico ricevuto e dopo aver consultato la documentazione di archivio, per quanto possibile in relazione alla funzione primaria sono state svolte le seguenti operazioni:

- Il corpi di fabbrica sono stati rilevati in modo approfondito sia architettonicamente, dallo scrivente nel mese di giugno 2018, verificando e sistemando il lavoro già in parte eseguito, sia strutturale acquisendo i saggi esami visivi di tutte le strutture portanti principali nonché eseguendo un lavoro di sintesi in tavole di stato di fatto strutturale, delle ricerche storiche di archivio, a seguito del recupero e dell'esame dei progetti strutturali dell'epoca (Moro - Bisetto anno 2012 più volte citato);
- Esecuzione di una campagna di saggi e provini relativamente a tutte le tipologie di solaio esistenti, tutte le murature e tutte le tipologie di collegamento ed ammorsamento, sono inoltre stati eseguiti dei sondaggi sullo stato delle fondazioni in corrispondenza dei setti portanti principali interni ed esterni;
- esecuzione di campagna di prove sclerometriche in situ per le murature in calcestruzzo e prelievo di carote confrontate con i rapporti di proe dei materiali dell'epoca.;

Data l'ampia verifica visiva e l'approfondito rilievo, si ritiene opportuno stabilire per le murature una resistenza pari a quella della tabella **C.8A.2.1 della circ. 617/2009**, mentre il livello di conoscenza assunto è comunque pari a **LC2** (livello di conoscenza) a seguito della mancanza di prove a rottura in situ delle murature ma in compresenza di una nutrita campagna di verifiche.

Per le verifiche sismiche delle murature portanti nei confronto delle sollecitazioni taglienti e soprattutto delle deformazioni, a seguito degli interventi di progetto proposti e preso atto della difficile possibilità di estendere i risultati degli interventi di progetto a tutte le murature esistenti, si assume nel modello di calcolo un fattore di confidenza pari a FC = 1.20.

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per l'edificio esistente si riportano nei tabulati di verifica i parametri di calcolo delle murature sulla base dei valori tabellati della Circolare n. 617 / 2009tab. 8

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte; f_m = resistenza media a compressione della muratura, τ_0 = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbizzarriti, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei quadrati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

Nel caso delle murature storiche, i valori indicati nella Tabella C8A.2.1 (relativamente alle prime sei tipologie) sono da riferirsi a condizioni di muratura con malta di scadenti caratteristiche, giunti non particolarmente sottili ed in assenza di ricorsi o listature che, con passo costante, regolarizzino la tessitura ed in particolare l'orizzontalità dei corsi. Inoltre si assume che, per le murature storiche, queste siano a paramenti scollegati, ovvero manchino sistematici elementi di connessione trasversale (o di ammorsamento per ingranamento tra i paramenti murari).

7 RELAZIONE GEOLOGICO - GEOTECNICA

I parametri geotecnici di riferimento sono ricavati dalla relazione Geologica allegata e parte integrante del presente progetto a firma del dott. Geol. Paola Parente del Luglio 2018. L'analisi geologica citata evidenzia la presenza di terreni limosi e ghiaiosi di sotto della quota di posa a -1.0/ -1.50 m dal p.c., mentre la falda non interessa la fondazione (a livello fra -1.50/-1.90 dal p.c.).

Parametri del suolo del modello geotecnico

Strato 1	H = 1.4 – 1.8 m	Sabbie limose e limi sabbiosi / argillosi	
	$\Phi' = 28^\circ-31^\circ$	$Y = 1.85$	$Dr = 0.35-0.4$
Moderatamente addensato			
Strato 2	H = 1.2 – 2.4 m	Ghiaia e sabbia / sabbia limosa con ghiaia	
	$\Phi' = 30^\circ-33^\circ$	$Y = 1.95$	$Dr = 0.35-0.5$
Moderatamente addensato			
Strato 3	H = 1.0 – 1.2 m	Limisabbiosi / argillosi	
	$\Phi' = 27^\circ-28^\circ$	$Y = 1.8$	$Dr = 0.35$
Moderatamente addensato			
Strato 4	H = 1.6 – 3.2 m	Sabbia e ghiaia	
	$\Phi' = 31^\circ$	$Y = 1.9$	$Dr = 0.4$
Moderatamente addensato			
Strato 5	H = 1.6 – 5.0 m	Eteropia litologica tra limi argillosi e limisabbiosi / argillosi	
	localmente con ghiaia		
LA	$Cu = 0.4 \text{ Kg/cm}^q$	$Y = 1.9$	$Ed = 38 \text{ Kg/cm}^q$
Moderatamente consistente			
LSG/LSA	$\Phi' = 28^\circ-29^\circ$	$Y = 1.85$	$ Dr = 0.35-0.4$
Moderatamente addensato			

Nel calcolo si deve assumere la categoria del sottosuolo "C" ai sensi del p.to 3.2.2 delle NTC, mentre la portanza delle fondazioni nei confronti dello SLU / SLV con l'approccio 2 risulta paria:

$$\sigma_t = 5.30 \text{ daN/cm}^q \quad (R3 = 2.3)$$

Calcolo capacità portante di una fondazione superficiale nastro sui controventi:

Dati geometria

Base della fondazione (m)	1.40
Lunghezza della fondazione (m)	5.00
Profondità del piano di posa (m)	1.20
Inclinazione del piano di posa (°)	0.00
Inclinazione del pendio (°)	0.00
Eccentricità direz. X (m)	0.00
Eccentricità direz. Y (m)	0.00
Sforzo normale (Kg)	0
Sforzo Tagliante (Kg)	0

Dati Terreno

Peso di volume (Kg/mc)	1950.0
Angolo di attrito interno (°)	33.0
Angolo di attrito terreno fondazione (°)	22.0
Coesione (Kg/cmq)	0.000
Aderenza terreno-fondazione (Kg/cmq)	0.000

Metodo di Terzaghi

$$\sigma_{ult} = 12.27 \text{ daN/m}^2$$

$$N_c = 38.64 \quad N_q = 26.10 \quad N_ga = 26.17$$

Fattori di forma

$$sc = 1.20 \quad sq = 1.095 \quad sga = 1.095$$

Fattori di capacità portante corretti

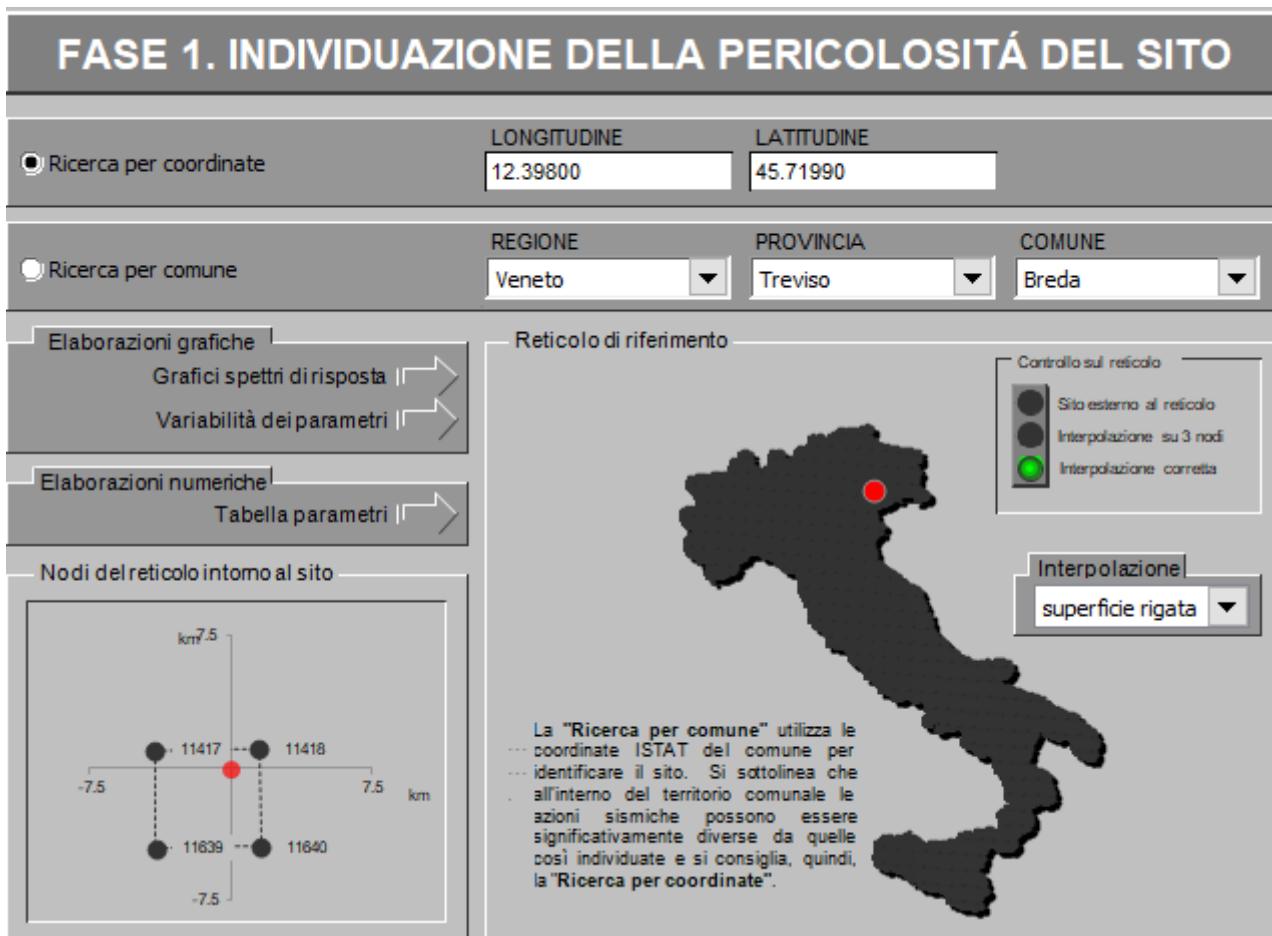
$$N_c' = 60.495 \quad N_q' = 33.080 \quad N_ga' = 33.174$$

$$\sigma_{sd} = 12.27/2.3 = 5.34 \text{ daN/cm}^2$$

8 PARAMETRI SISMICI

8.1 COEFFICIENTI SISMICI UTILIZZATI

La determinazione dei parametri sismici secondo quanto previsto dal DM 14.01.2008 viene determinato sulla base della precisa localizzazione dell'opera nel territorio nazionale (latitudine e longitudine) all'interno del reticolo di riferimento da cui possono essere dedotti i dati per generare gli spettri di risposta e di conseguenza gli accelerogrammi di progetto.



Latitudine: 45.7199

Longitudine: 12.3980

Al punto 3.2.1 vengono definiti due stati limite di esercizio e due stati limite ultimi nella combinazione sismica.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali

da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate in tabella di seguito.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

L'opera, secondo quanto previsto nel punto 2.4 della Nuova Norma Tecnica risulta essere classificata come segue:

TIPO DI COSTRUZIONE

2	Opere ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
---	---------------------------------------------------------------------------------------------

CLASSE D'USO

III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

50	V_N , VITA NOMINALE (anni)
----	------------------------------

1,5	C_u , CLASSE D'USO
-----	----------------------

75	V_R , PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA (anni)
----	------------------------------------------------------------

PERIODI DI RITORNO STATI LIMITE

45	Tr(SLO) Periodo di ritorno azione sismica Stato Limite di Operatività (anni)
75	Tr(SLD) Periodo di ritorno azione sismica Stato Limite di Danno (anni)
712	Tr(SLV) Periodo di ritorno azione sismica Stato Limite di Salvaguardia della Vita (anni)
1462	Tr(SLC) Periodo di ritorno azione sismica Stato Limite di prevenzione del Collasco (anni)

Di conseguenza tramite interpolazione lineare sui punti definiti dal reticolo vengono calcolati i parametri sismici ag, F0 e Tc* per i vari stati limite presi in considerazione.

Al fine di definire lo spettro di risposta vengono presi in considerazione i seguenti parametri:

TIPO DI TERRENO

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CATEGORIA TOPOGRAFICA

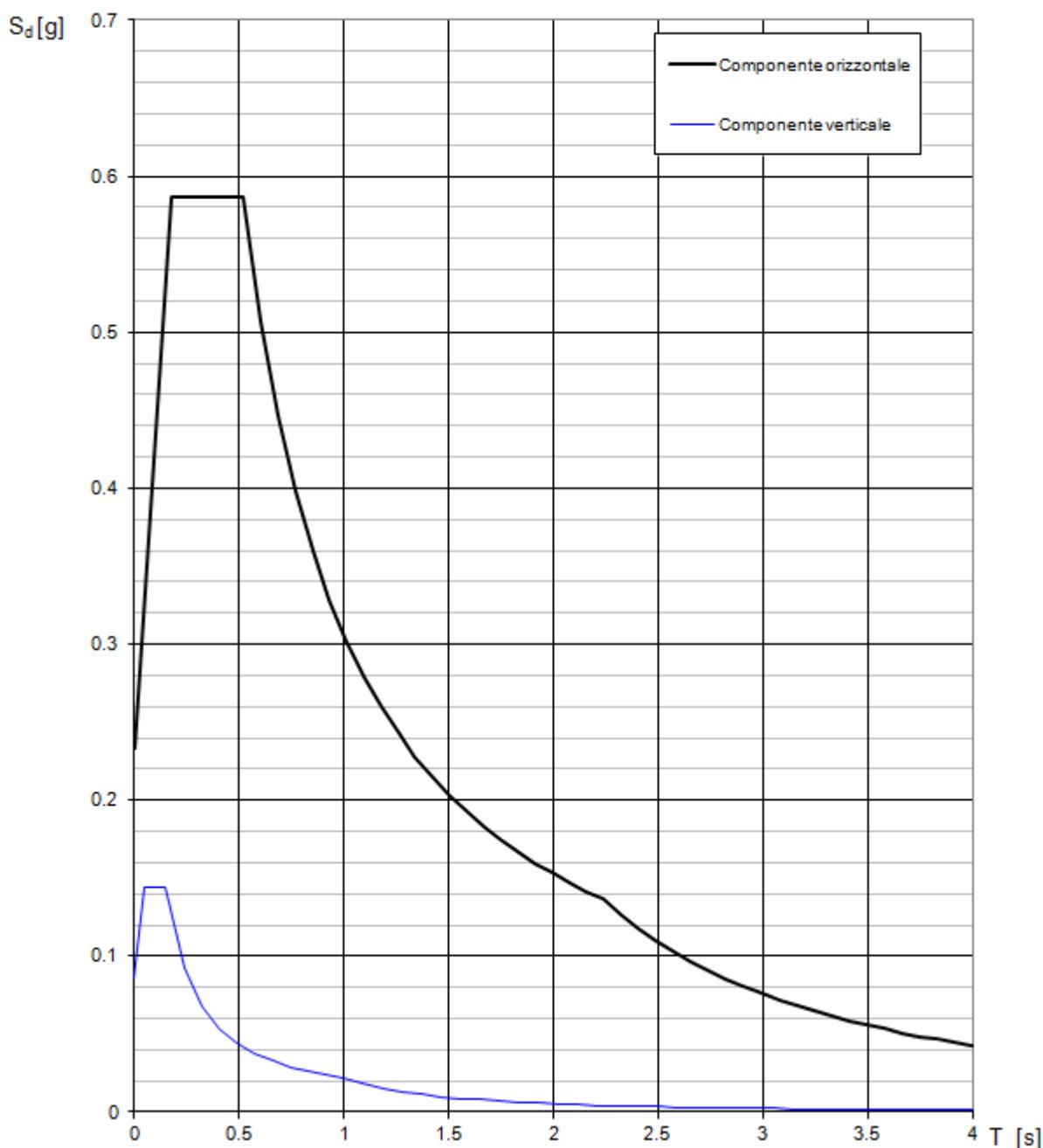
T1	-
1	S_T , coefficiente di amplificazione topografica

Di seguito si riportano i tabulati e i diagrammi riguardanti la definizione degli spettri elastici di progetto negli stati limite previsti dalla normativa.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0.048	2.503	0.256
SLD	75	0.063	2.471	0.280
SLV	712	0.160	2.515	0.352
SLC	1462	0.207	2.569	0.364

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SL'

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.160 g
F_o	2.515
T_c^*	0.352 s
S_s	1.459
C_c	1.483
S_T	1.000
q	1.000

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.233
0.174	0.586
T _B ← 0.521	0.586
0.603	0.507
0.685	0.446
0.767	0.399
0.848	0.360
0.930	0.328
1.012	0.302
1.094	0.279
1.176	0.260
1.257	0.243
1.339	0.228
1.421	0.215
1.503	0.203
1.585	0.193
1.666	0.183
1.748	0.175
1.830	0.167
1.912	0.160
1.994	0.153
2.076	0.147
2.157	0.142
T _D ← 2.239	0.136
2.323	0.127
2.407	0.118
2.491	0.110
2.575	0.103
2.658	0.097
2.742	0.091
2.826	0.086
2.910	0.081
2.994	0.076
3.078	0.072
3.161	0.068
3.245	0.065
3.329	0.062
3.413	0.059
3.497	0.056
3.581	0.053
3.665	0.051
3.748	0.049

Parametri dipendenti

S	1.459
η	1.000
T_B	0.174 s
T_c	0.521 s
T_D	2.239 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.086 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.086
0.050	0.145
0.150	0.145
0.235	0.092
0.320	0.068
0.405	0.054
0.490	0.044
0.575	0.038
0.660	0.033
0.745	0.029
0.830	0.026
0.915	0.024
1.000	0.022
1.094	0.018
1.188	0.015
1.281	0.013
	0.011
1.469	0.010
1.563	0.009
1.656	0.008
1.750	0.007
1.844	0.006
1.938	0.006
2.031	0.005
2.125	0.005
2.219	0.004
2.313	0.004
2.406	0.004
2.500	0.003
2.594	0.003
2.688	0.003
2.781	0.003
2.875	0.003
2.969	0.002
3.063	0.002
3.156	0.002
3.250	0.002
3.344	0.002
3.438	0.002
3.531	0.002

Parametri dipendenti

F_v	1.357
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

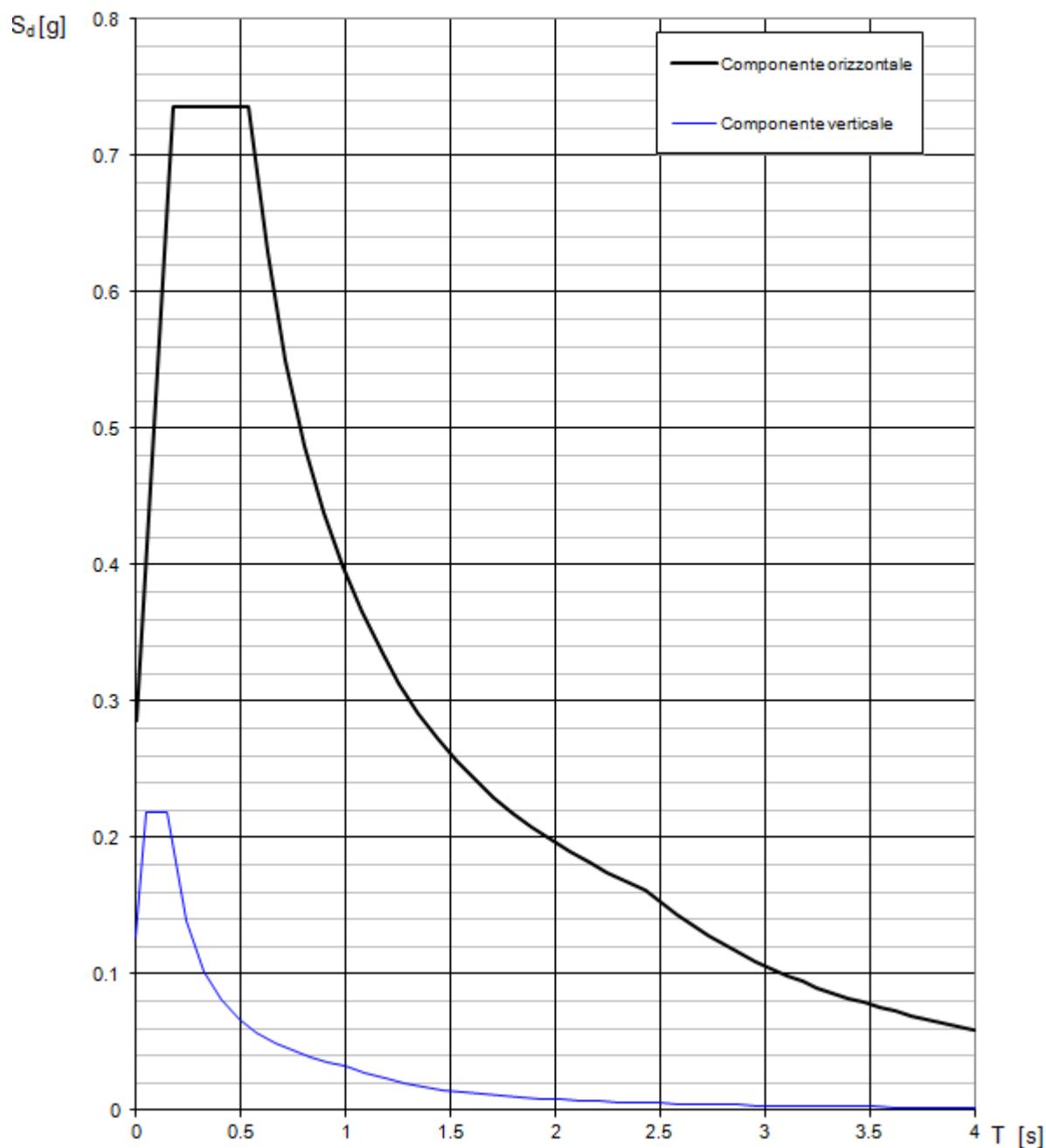
$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.207 g
F_0	2.569
T_c^*	0.364 s
S_s	1.380
C_c	1.466
S_T	1.000
q	1.000

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.286
0.178	0.736
0.533	0.736
0.624	0.629
0.714	0.550
0.804	0.488
0.895	0.439
0.985	0.398
1.075	0.365
1.165	0.337
1.256	0.312
1.346	0.291
1.436	0.273
1.527	0.257
1.617	0.243
1.707	0.230
1.798	0.218
1.888	0.208
1.978	0.198
2.069	0.190
2.159	0.182
2.249	0.174
2.340	0.168
2.430	0.161
2.505	0.152
2.579	0.143
2.654	0.135
2.729	0.128
2.804	0.121
2.878	0.115
2.953	0.109
3.028	0.104
3.103	0.099
3.178	0.094
3.252	0.090
3.327	0.086
3.402	0.082
3.477	0.079
3.551	0.076
3.626	0.072
3.701	0.070
3.776	0.067

Parametri dipendenti

S	1.380
η	1.000
T_B	0.178 s
T_c	0.533 s
T_D	2.430 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g/g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{nv}	0.128 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.128
0.050	0.218
0.150	0.218
0.235	0.139
0.320	0.102
0.405	0.081
0.490	0.067
0.575	0.057
0.660	0.050
0.745	0.044
0.830	0.039
0.915	0.036
1.000	0.033
1.094	0.027
1.188	0.023
1.281	0.020
	0.017
1.469	0.015
1.563	0.013
1.656	0.012
1.750	0.011
1.844	0.010
1.938	0.009
2.031	0.008
2.125	0.007
2.219	0.007
2.313	0.006
2.406	0.006
2.500	0.005
2.594	0.005
2.688	0.005
2.781	0.004
2.875	0.004
2.969	0.004
3.063	0.003
3.156	0.003
3.250	0.003
3.344	0.003
3.438	0.003
3.531	0.003

Parametri dipendenti

F_v	1.580
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

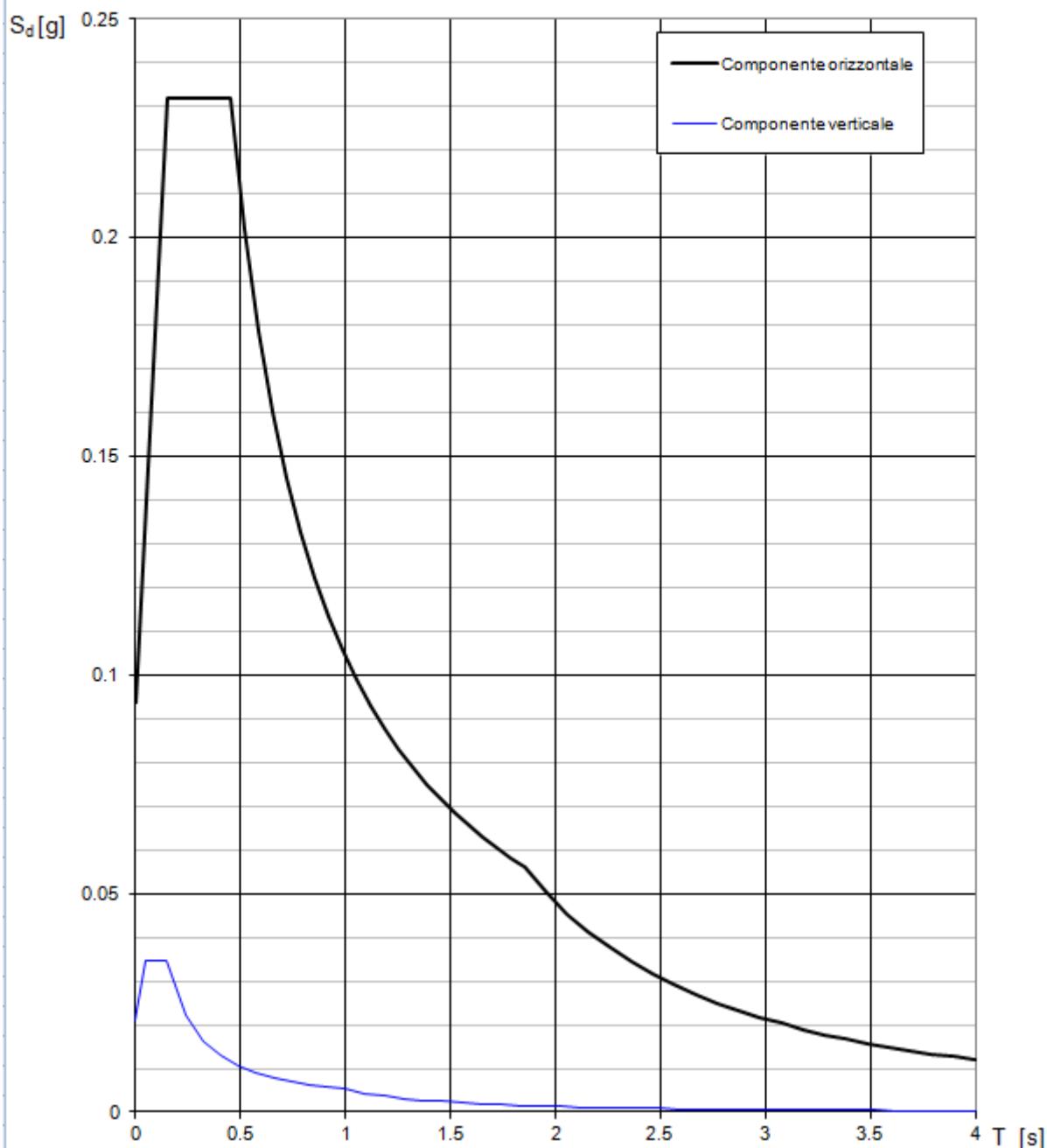
$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.063 g
F_o	2.471
T_c	0.280 s
S_s	1.500
C_c	1.539
S_T	1.000
q	1.000

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.094
0.149	0.232
0.447	0.232
0.514	0.202
0.581	0.179
0.648	0.160
0.714	0.145
0.781	0.133
0.848	0.122
0.915	0.113
0.982	0.106
1.049	0.099
1.115	0.093
1.182	0.088
1.249	0.083
1.316	0.079
1.383	0.075
1.450	0.072
1.516	0.068
1.583	0.066
1.650	0.063
1.717	0.060
1.784	0.058
1.850	0.056
1.953	0.050
2.055	0.045
2.158	0.041
2.260	0.038
2.362	0.034
2.465	0.032
2.567	0.029
2.669	0.027
2.772	0.025
2.874	0.023
2.976	0.022
3.079	0.020
3.181	0.019
3.283	0.018
3.386	0.017
3.488	0.016
3.591	0.015
3.693	0.014
3.795	0.013

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.149 s
T_c	0.447 s
T_D	1.850 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + q)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$0 \leq T < T_B$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$T_B \leq T < T_c$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$T_c \leq T < T_D$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

$T_D \leq T$

Io spettro di progetto $S_e(T)$ per la verifica sui Stati Limi I limiti è

9 EDIFICIO SCOLASTICO

9.1 CARICHI VARIABILI DA NEVE

Secondo quanto previsto al punto 3.4.2 l'azione del carico da neve viene calcolata secondo la formulazione seguente:

$$q_k = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Dove: $\mu_i = 0,8$ (coefficiente di forma per inclinazioni di falda $\alpha=19^\circ$, $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$);

$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ (valore caratteristico di riferimento: Zona I – con $a_s < 200 \text{ m}$);

$C_E = 1$ (coefficiente di esposizione);

$C_t = 1$ (coefficiente termico).

Il carico da neve è computato solo per le combinazioni di carico verticali

9.2 CARICHI VARIABILI DA VENTO

La pressione del vento è data dalla seguente formulazione (3.3.4 D.M. 14.01.2008)

Per la verifica sull'intero edificio: $q = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0,54 \cdot 1,63 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,056 \text{ kN/m}^2$

Dove: $q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

$v_{b0} = 25 \text{ m/s}$ (zona 1, $a_s < a_0 = 1500 \text{ m}$)

Classe di rugosità del terreno D : aree prive di ostacoli

Categoria di esposizione IV, distanza dal mare $> 30 \text{ km}$, $hslm < 500 \text{ m}$

Dove: $c_e(z) = c_e(z_{\min}) = k_r^2 \ln(z_{\min}/z_0) \cdot [7 + c_t \ln(z_{\min}/z_0)] = 1,27$

$z = 9 \text{ m} > z_{\min} = 4 \text{ m}$

$k_r = 0,19$

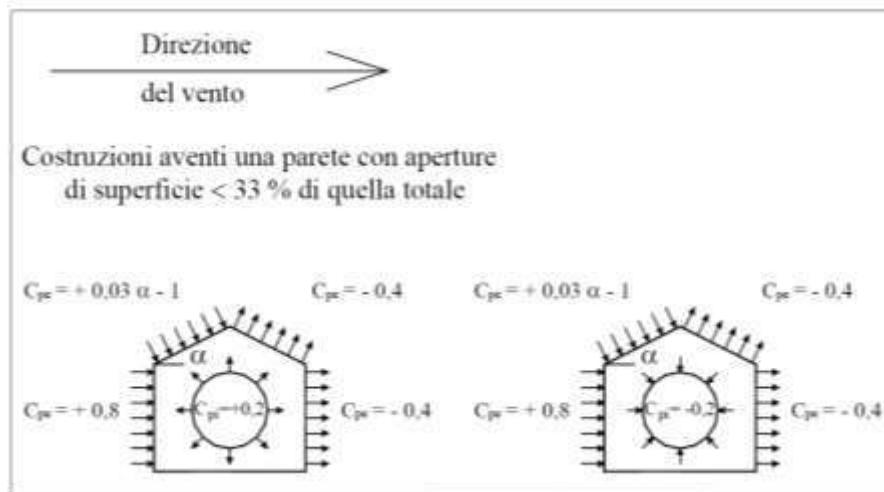
$z_0 = 0,30$

$c_t = 1$

Dove: $c_d = 1$ (per edifici normali)

Dove: per la verifica sul singolo pannello sopravento $C_p = 0,8 + 0,2 = 1,0$

Mentre sottovento: $C_p = 0,2 + 0,4 = 0,6$



Complessivamente l'azione da vento sarà trascurata di seguito per la presenza di azioni sismiche molto maggiori.

9.3 CARICHI VERTICALI

Si riportano i dati dello studio di vulnerabilità (Bisetto - Moro 2013)

8.4.3. SOLAIO DI PIANO CORPO SCUOLA – AULE E SERVIZI.

Descrizione: Solaio in latero-cemento realizzato con singoli travetti disposti a interasse di 60 cm, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
Peso proprio	3.00 kN/mq	3.00 kN/mq
Peso portato	1.50 kN/mq	1.50 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	4.50 kN/mq	4.50 kN/mq
Carico accidentale cat. C1	3.00 kN/mq	1.80 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	3.00 kN/mq	1.80 kN/mq

8.4.4. SOLAIO DI PIANO CORPO SCUOLA – ATRIO.

Descrizione: Solaio in latero-cemento realizzato con doppi travetti disposti a interasse di 72 cm circa, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
<i>Peso proprio</i>	3.50 kN/mq	3.50 kN/mq
<i>Peso portato</i>	1.50 kN/mq	1.50 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	5.00 kN/mq	5.00 kN/mq
<i>Carico accidentale cat. C1</i>	3.00 kN/mq	1.80 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	3.00 kN/mq	1.80 kN/mq

8.4.5. VANO SCALE.

Descrizione: Struttura realizzata in soletta piena di spessore 10 cm.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
<i>Peso proprio</i>	4.40 kN/mq	4.40 kN/mq
<i>Peso portato</i>	1.70 kN/mq	1.70 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	6.10 kN/mq	6.10 kN/mq
<i>Carico accidentale cat. C2</i>	4.00 kN/mq	2.40 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	4.00 kN/mq	2.40 kN/mq

8.4.6. SOLAIO DI PIANO APPARTAMENTO.

Descrizione: Solaio in latero-cemento realizzato con travetti disposti a interasse di 60 cm, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
<i>Peso proprio</i>	3.00 kN/mq	3.00 kN/mq
<i>Peso portato</i>	2.50 kN/mq	2.50 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	5.50 kN/mq	5.50 kN/mq
<i>Carico accidentale cat. A</i>	2.00 kN/mq	0.60 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	2.00 kN/mq	0.60 kN/mq

8.4.7. SOLAIO DI COPERTURA CORPO SCUOLA – AULE E SERVIZI PRIMO BLOCCO

Descrizione: Solaio di copertura inclinato realizzato con travetti prefabbricati e tavelloni appoggiati all'estradosso e solaio piano di soffittatura con travetti e tavelloni all'intradosso.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
Peso proprio	1.30 kN/mq	1.30 kN/mq
Peso portato	1.00 kN/mq	1.00 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	2.30 kN/mq	2.30 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	1.20 kN/mq	0 kN/mq

8.4.8. SOLAIO DI COPERTURA CORPO SCUOLA – AULE E SERVIZI SECONDO BLOCCO.

Descrizione: Solaio realizzato con travetti precompressi, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm a sostegno delle paretine in forati e dei tavelloni.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
Peso proprio	3.00 kN/mq	3.00 kN/mq
Peso portato	2.00 kN/mq	2.00 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	5.00 kN/mq	5.00 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	1.20 kN/mq	0 kN/mq

8.4.9. SOLAIO DI COPERTURA CORPO SCUOLA – ATRIO.

Descrizione: Solaio in latero-cemento realizzato con travetti precompressi, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
Peso proprio	3.00 kN/mq	3.00 kN/mq
Peso portato	1.20 kN/mq	1.20 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	4.20 kN/mq	4.20 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	1.20 kN/mq	0 kN/mq

8.4.10. SOLAIO DI COPERTURA APPARTAMENTO.

Descrizione: Solaio realizzato con travetti precompressi, elementi di alleggerimento in laterizio di altezza 20 cm e cappa in c.a. collaborante di spessore 4 cm a sostegno delle paretine in forati e dei tavelloni.

ELEMENTO	CARICO AGENTE	PESO SISMICO ($\cdot \psi_2$)
Peso proprio	3.00 kN/mq	3.00 kN/mq
Peso portato	2.00 kN/mq	2.00 kN/mq
CARICO TOTALE G_k	5.00 kN/mq	5.00 kN/mq
CARICO TOTALE Q_k	1.20 kN/mq	0 kN/mq

Nuovo solaio blocco centrale termica

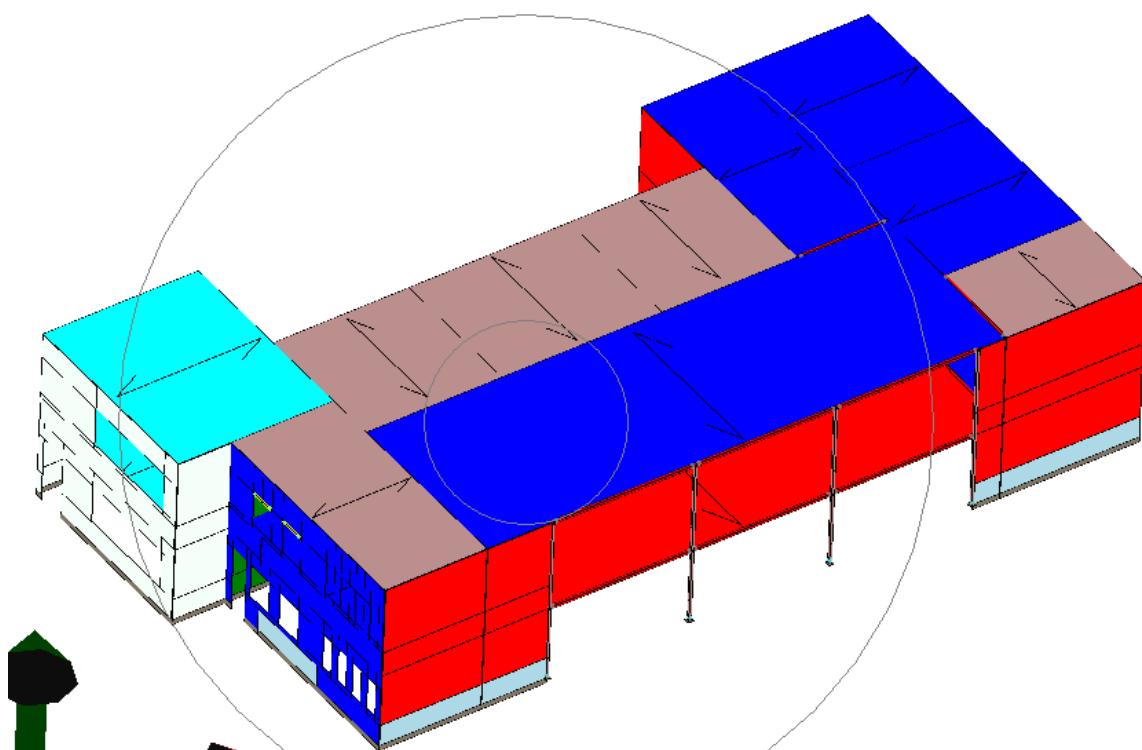
Predalles h = 5+20+4 350 daN/mq

Pesi portati 200 daN/mq

$$G_k = 550 \text{ daN/mq}$$

Carichi variabili $Q_k = 300 \text{ daN/mq}$

Vista del modello con tipologie di solaio e carichi applicati



Solai

Filtro

Elemento	Colore
Solai1	Blu
Solai2	Rosso
Solai3	Verde
Solai4	Rosa
Solai_nuovo	Ciano

Nome: Solai1

Commento: Tipo di solaio

Sezione: Solai_laterizio

Tipo di solaio:

- Solai rigido nel proprio piano
- Solai deformabile
- Solai infinitamente deformabile nel proprio piano

Peso proprio:

- Determinato automaticamente sulla base della sezione
- Assegnato

3000 N / m²

N.B. Il presente studio non prevede verifiche su solai o altre strutture verticali ma solo nei confronti dei carichi orizzontali.

9.4 AZIONE SISMICA (S-SLV/SLV-X/SLV-Y)

In queste analisi come previsto al punto 3.2.4 del D.M. 14.01.2008 sono state prese in considerazione le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali moltiplicati per i rispettivi coefficienti:

1 * PESO PROPRIO

1 * PERMANENTE

0,7*CARICO VARIABILE)

9.5 COMBINAZIONI DI CARICO DI PROGETTO

La combinazione di carico sismica per i vari stati limite presi in esame è:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove G_1 = carichi permanenti;

G_2 = carichi permanenti portati;

P = precompressione;

E = azione sismica;

Q_{kj} = azione dovuta ai carichi mobili;

ψ_{2j} = coefficiente di combinazione.

Le combinazioni statiche allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio seguono le leggi di seguito elencate:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

I coefficienti γ e ψ presi in considerazione per le combinazioni allo stato limite ultimo STR e per le combinazioni allo stato limite di esercizio RARA, FREQUENTE e QUASI PERMANENTE /sono riportati di seguito (Tabella 2.5.I e Tabella 5.1.VI, punto 2.6.I DM 14/01/2008):

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.					

9.6 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

A seguito dei dati sullo stato di fatto, che hanno come riferimento principale la sintesi dello studio di vulnerabilità del 2013, è stata svolta una ulteriore verifica dello stato di fatto con l'intento di confermare o rettificare la diagnosi presentata in precedenza anche alla luce del D.M. 17.01.2018. Il risultato, prevedibile, è quello che non sono stati sostanzialmente modificate le criticità, importante sottolineare che è possibile eseguire le verifiche sismiche globali utilizzando i metodi non lineari e pertanto ai sensi del p.to C.8.4.1 della circ. 617/2009 saranno **svolte analisi statiche non lineari**.

Viene, a tal scopo, utilizzata una metodologia di calcolo basata su analisi statiche non-lineari (*analisi push-over*) condotte sul modello globale dell'edificio in cui gli elementi strutturali vengono modellati in accordo alle più avanzate metodologie di analisi non-lineare. In particolare le pareti portanti in muratura vengono modellate mediante un approccio per macro-elementi e l'utilizzo di un modello teorico innovativo. Per i dettagli si rimanda al cap. 6 “Criteri di Modellazione” e al “Documento di Validazione” scaricabile dal

sito www.3dmacro.it.

Tutte le verifiche vengono eseguite con il metodo degli Stati Limite, quindi applicando un approccio di tipo prestazionale. In particolare le verifiche vengono eseguite, in termini di capacità globale di spostamento del sistema, a partire dalle curve di capacità (*curve di push-over*) e dalla domanda sismica dedotta dagli spettri di normativa. Tutto in accordo con le procedure riportate nelle recenti norme antisismiche. Tale procedura permette di determinare un parametro globale di *sicurezza* della struttura nei confronti dell'azione sismica per ciascuno stato limite considerato.

I calcoli sono stati eseguiti mediante il software di calcolo automatico *3DMacro*[®] di cui si riportano a seguire i dati principali.

Produttore	Gruppo Sismica s.r.l. Viale A. Doria 27, 95125 Catania Tel/Fax: 095-504749 info@grupposismica.it
Distributore	OmniaTest s.r.l. Via Nina da Messina 18, 98121 Messina Tel: 090-346309 info@omniatest.it
Versione	3.0(T1) 10-dic-12 step 10
Titolare licenza	Cooprogettisrl
Numero di licenza	101-161
Documento di validazione scientifica	Scaricabile dal sito www.3dmacro.it

9.7 VERIFICHE GLOBALI STATO DI FATTO

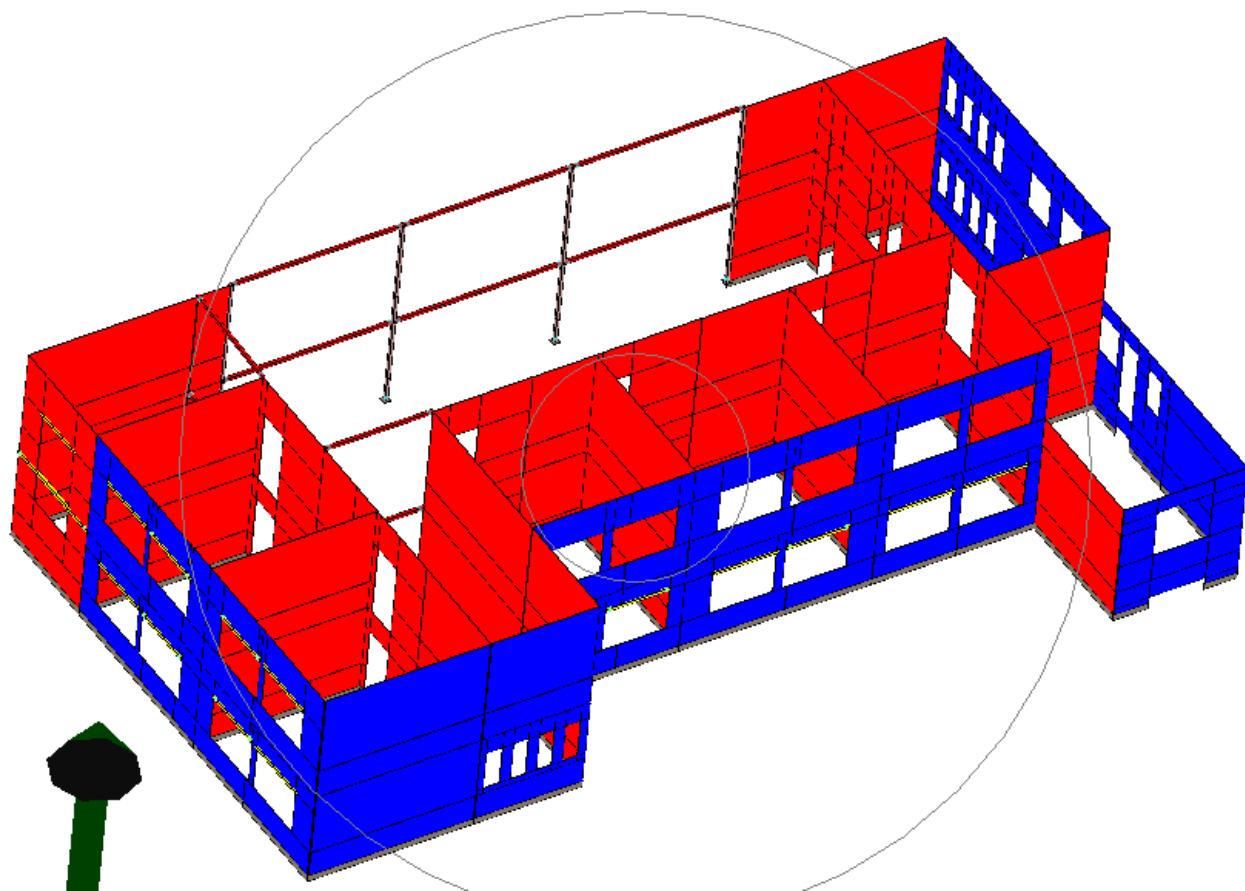
Di seguito si riportano le verifiche svolte con un software di calcolo eseguendo un'analisi non lineare statica

Le verifiche svolte con il programma di calcolo “3D Macro”, un software dedicato alle murature, si basa su un'analisi al passo non lineare, di seguito meglio illustrata, che consente di verificare la risposta dell'edificio alle sollecitazioni di normativa e individua la vulnerabilità del complesso o delle singole parti.

Vista del modello di calcolo



Indicazione in colore per le diverse murature



Visualizzazione degli elementi con i carichi complessivi (di seguito si riporta un esempio)

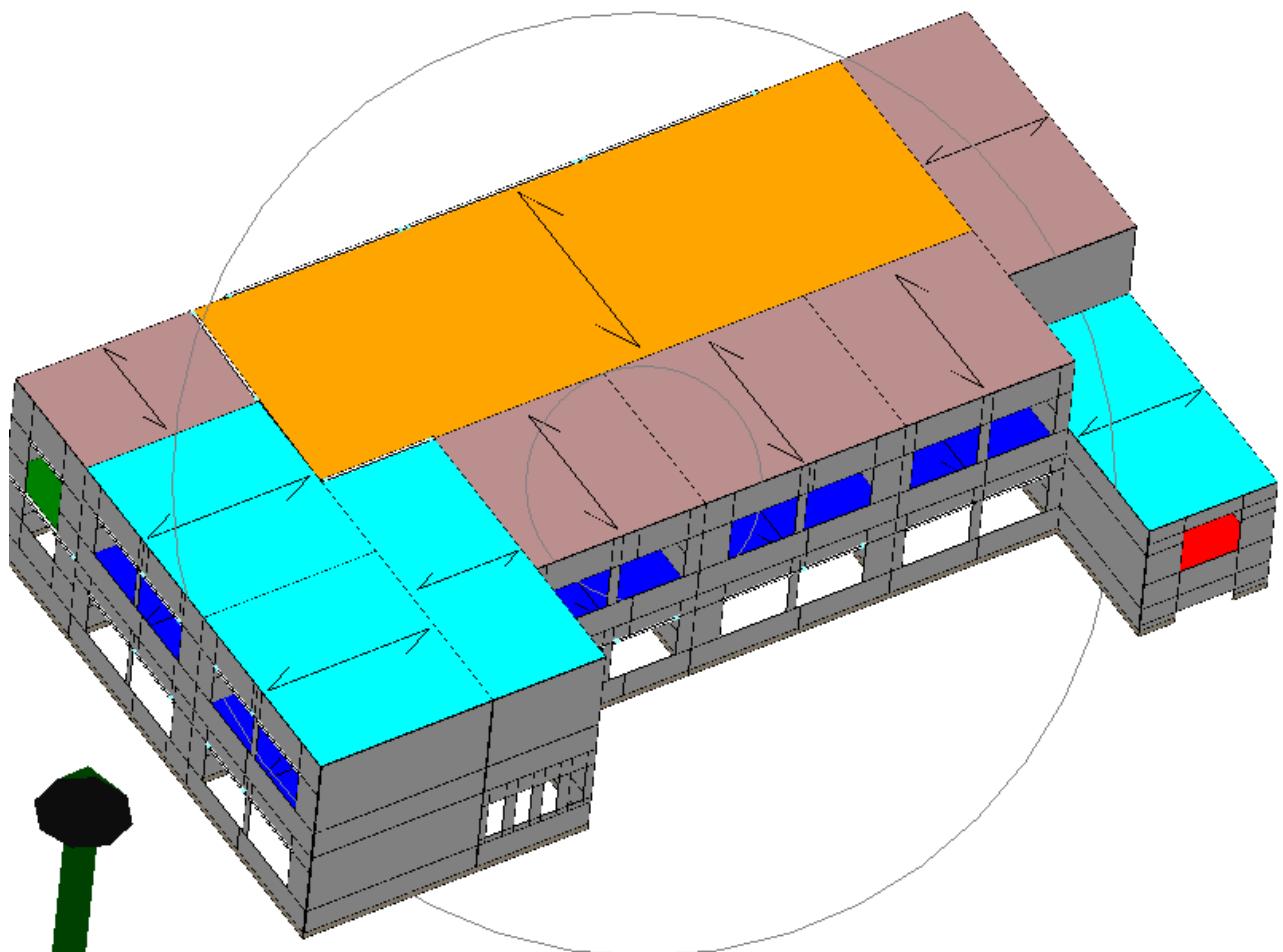
The image shows two screenshots of a software interface for structural analysis:

Top Screenshot: A table titled "Carichi di Area" (Area Loads) showing the color coding for various structural elements:

Cerico	Colore
Area1	Blue
Area2	Red
Scala	Green
Copertura1	Grey
Copertura2	Blue
Copertura3	Yellow

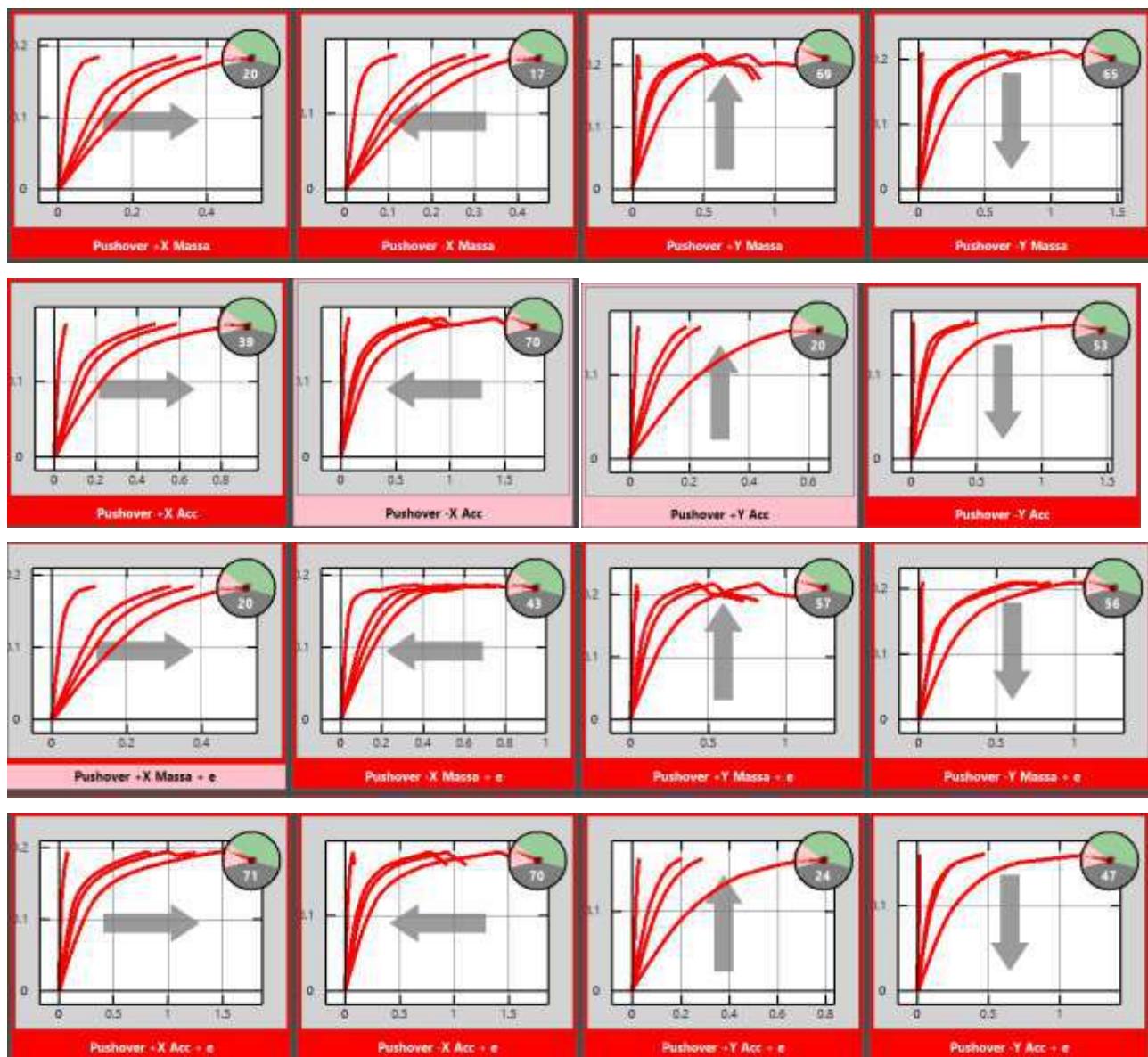
Bottom Screenshot: A detailed table of load properties:

Voci di carico	Condizioni di carico	Tipo	Valore	Distribuzione di carico	Coefficiente di combinazione
Portato	Gravity	Permanente strutturale	2000	Ute del soffitto	P0=0.5, P1=0.5, P2=0.5
Variable		Varia	1000	Ute	Rete (grado 0.1000 m s/2)



I risultati dell'analisi possono essere riassunti dagli indici di rischio per i vari meccanismi di rottura, rispetto all'unità che individua il limite di rispetto della norma di seguito riportati:

Vulnerabilità azioni orizzontali, curve push – over



Le verifiche di vulnerabilità sono nei casi sfavorevoli pari a I.V. ≈ 0.20 quindi generalmente piuttosto basse.
Di seguito il report complessive delle verifiche globali

Indicatori di rischio in termini di PGA							
Evento	Accelerazione al suolo (PGA)	Tempo di ritorno (Tr)	Indicatori di Rischio SLO	Indicatori di Rischio SLD	Indicatori di Rischio SLV	Indicatori di Rischio SLC	
Rottura a taglio nella muratura	0.0544 g	57 anni	1.136	0.878	0.345	0.266	
Rotazione limite nella muratura	0.0544 g	57 anni	1.136	0.878	0.345	0.266	
Rottura a taglio in un'asta	non rilevata	non rilevata					
Rotazione di snervamento in un'asta	0.0379 g	30 anni	0.790	0.611	0.240	0.185	
3/4 della rotazione ultima in un'asta	non rilevata	non rilevata					
Rottura a flessione in un'asta	non rilevata	non rilevata					
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLE)	non verificata	non verificata					
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLU)	non verificata	non verificata					
Verifica globale in termini di forza	0.103 g	248.037 anni	--	--	--	0.504	
- Direzione X	0.103 g	248.037 anni	--	--	--	0.504	
- Direzione Y	0.143 g	549.336 anni	--	--	--	0.699	
- Altre direzioni	0.132 g	447.545 anni	--	--	--	0.645	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLO)	0.0379 g	30 anni	0.790				
- Direzione X	0.0379 g	30 anni	0.790				
- Direzione Y	0.0379 g	30 anni	0.790				
- Altre direzioni	0.0379 g	30 anni	0.790				
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.0379 g	30 anni	--	0.611			
- Direzione X	0.0379 g	30 anni	--	0.611			
- Direzione Y	0.0379 g	30 anni	--	0.611			
- Altre direzioni	0.0379 g	30 anni	--	0.611			
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.0416 g	35.3339 anni	--	--	0.264		
- Direzione X	0.0416 g	35.3339 anni	--	--	0.264		
- Direzione Y	0.0486 g	46.307 anni	--	--	0.308		
- Altre direzioni	0.0488 g	46.6388 anni	--	--	0.309		
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLC)	0.0498 g	48.3133 anni	--	--		0.243	
- Direzione X	0.0498 g	48.3133 anni	--	--		0.243	
- Direzione Y	0.058 g	65.8116 anni	--	--		0.283	
- Altre direzioni	0.0582 g	66.2824 anni	--	--		0.284	

La colonna SLC riporta gli indici globali di vulnerabilità piuttosto bassi come confermato dal precedente studio ITC 2013

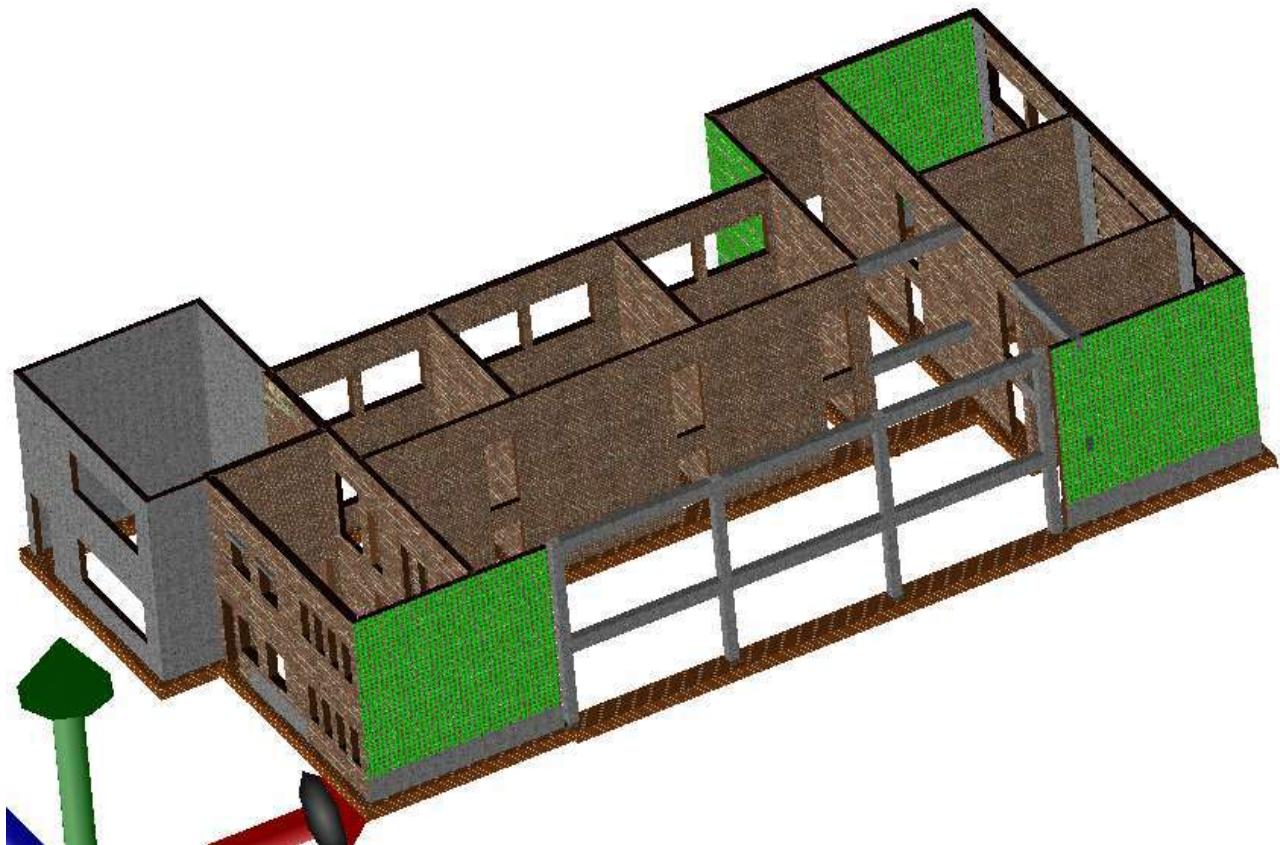
9.8 PROPOSTA DI PROGETTO

La proposta di progetto prevede la demolizione della superfettazione del fronte nord, e la nuova costruzione di un'analogo blocco regolare con un solaio aggiunto e pareti in c.a. di controvento.

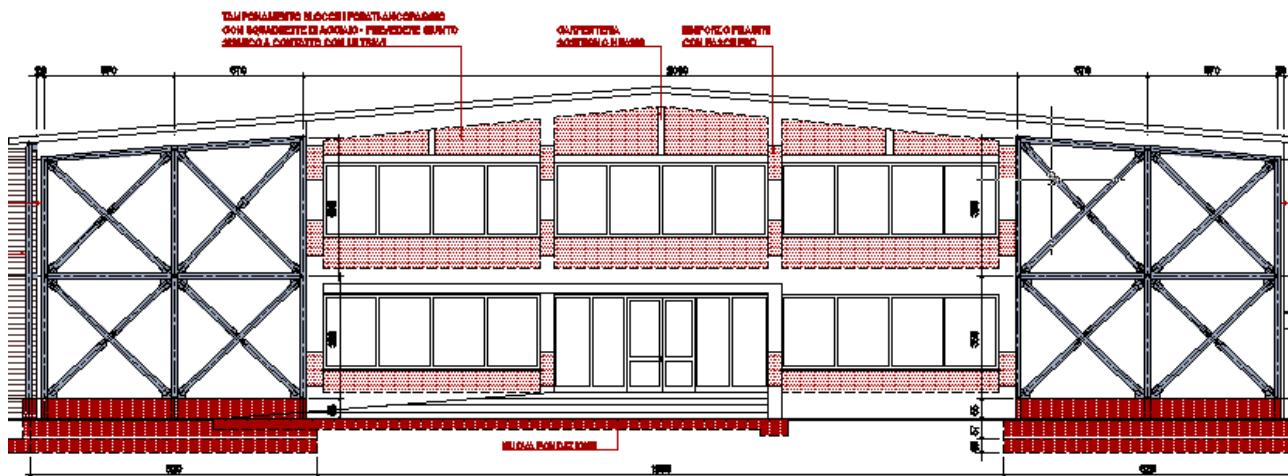
Oltre a questi elementi si realizzano dei controventi in tubolari metallici in corrispondenza dei maschi murari più sollecitati. Per simulare gli effetti dei controventi con il software è stato necessario utilizzare un'analisi parziale di sensibilità inserendo un elemento equivalente in termini di spostamento del punto di controllo ($\delta \approx 0.46$ cm in sommità) ed effettuare con tale spostamento la verifica del telaio in acciaio.

I risultati danno una buona efficacia dei controventi in termini di forze assegnate

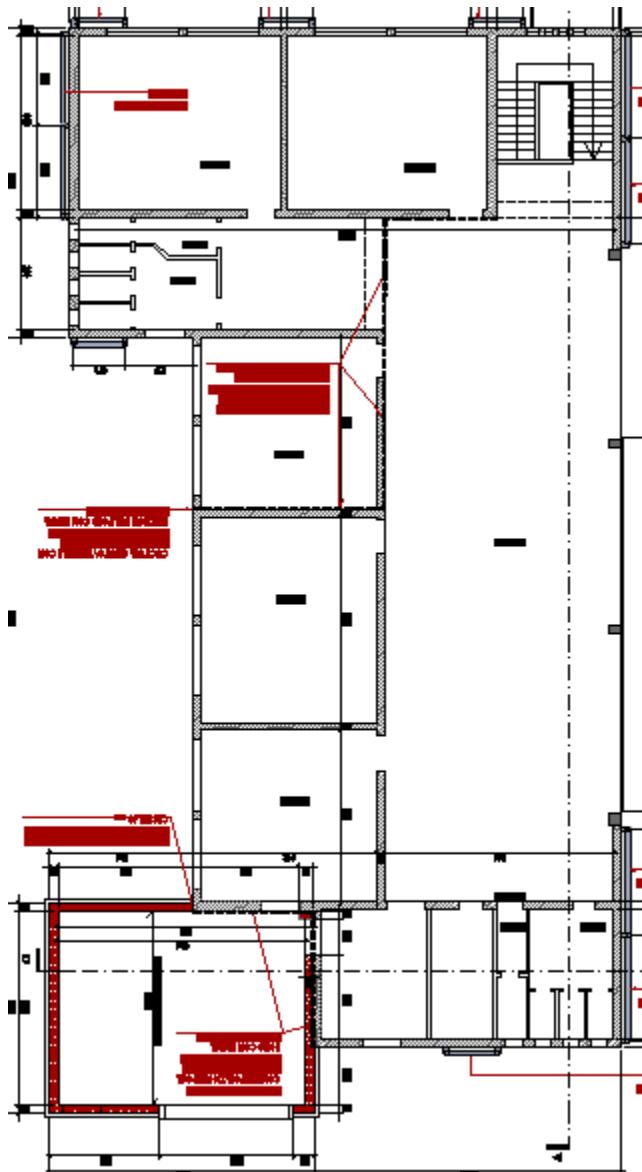
Schema del modello con indicati i rinforzi delle murature da assegnare al telaio in acciaio ed ai setti in c.a dell'ampliamento.



I RINFORZI DELLE MURATURE SONO BASE DEL DIMENSIONAMENTO IN TERMINI DI SPOSTAMENTO DEI CORRISPONDENTI TELAI IN ACCIAIO



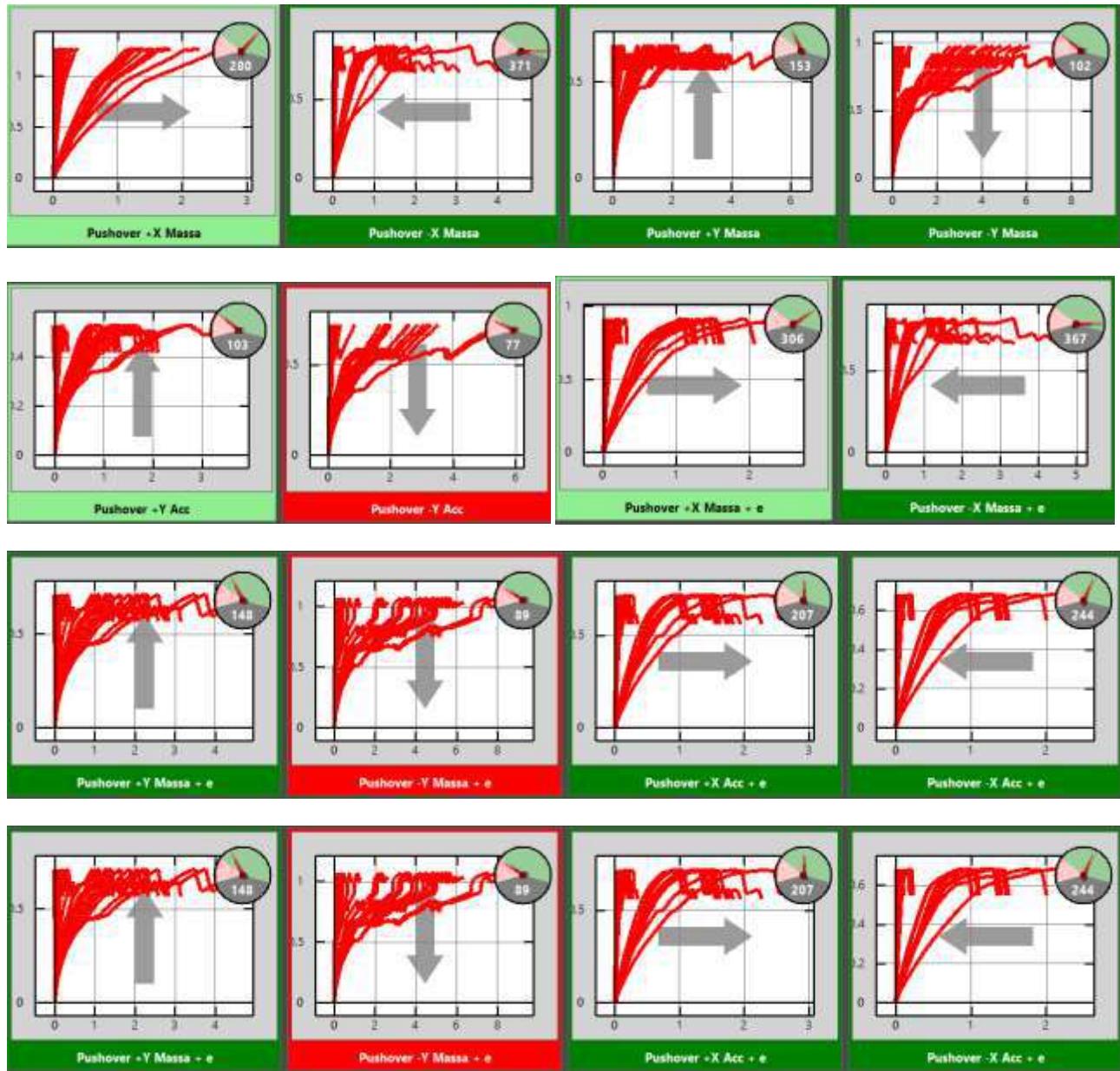
Indicazione degli interventi di controvento sulle pareti principali. Per dettagli si rinvia alle tavole S01- S.02 - S.03 allegate.



L'inserimento di questi elementi consente il raggiungimento dell'adeguamento del complesso in muratura con riferimento al punto 8.4.3 - "Interventi di Adeguamento" dove per edifici ad uso scolastico, classe d'uso III, va previsto un intervento di adeguamento con $\zeta_E \geq 0.80$

N.B. E' RINVIATO ALLE FASI SUCCESSIVE LA DIMOSRTAZIONE ANALITICA ED I CALCOLI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI COMPLETI TALI DA GIUSTIFICARE L'UTILIZZO DEL SISTEMA STRUTTURALE PROPOSTO.

Risultati delle verifiche nelle condizioni più gravose



10 PALESTRA

10.1 PREMESSA

La struttura della palestra è relativamente semplice: si tratta di telai in c.a. orditi parallelamente ai prospetti, tamponati con muratura e, almeno in parte con finestre a nastro. La copertura viene realizzata con tegoli in c.a.p.

In questa fase si prende atto dell'analisi di vulnerabilità svolta da ITS Engineering nel 2013, e verrà illustrata l'idea strutturale alla base del progetto di adeguamento.

La struttura è stata modellata mediante software agli elementi finiti. L'influenza dei tamponamenti è stata valutata con un opportuno modello in cui le murature sono state inserite come puntoni equivalenti, in modo da considerare eventuali fenomeni di pilastro tozzo. La massa della muratura, invece, è stata computata mediante inserimento di masse dinamiche puntuali, si rimanda a quanto segue per una più puntuale descrizione dei criteri di modellazione.

10.2 ANALISI DEI CARICHI

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso proprio c.a.	25.0	kN/m ³
Peso proprio acciaio	78.5	kN/m ³
Peso proprio muratura in mattoni semipieni	15.0	kN/m ³

I pesi dei singoli elementi G_{1k} vengono computati secondo sezione

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Peso proprio dei tegoli in copertura	3.70	kN/m ²
Permanente portato	2.3	kN/m ²

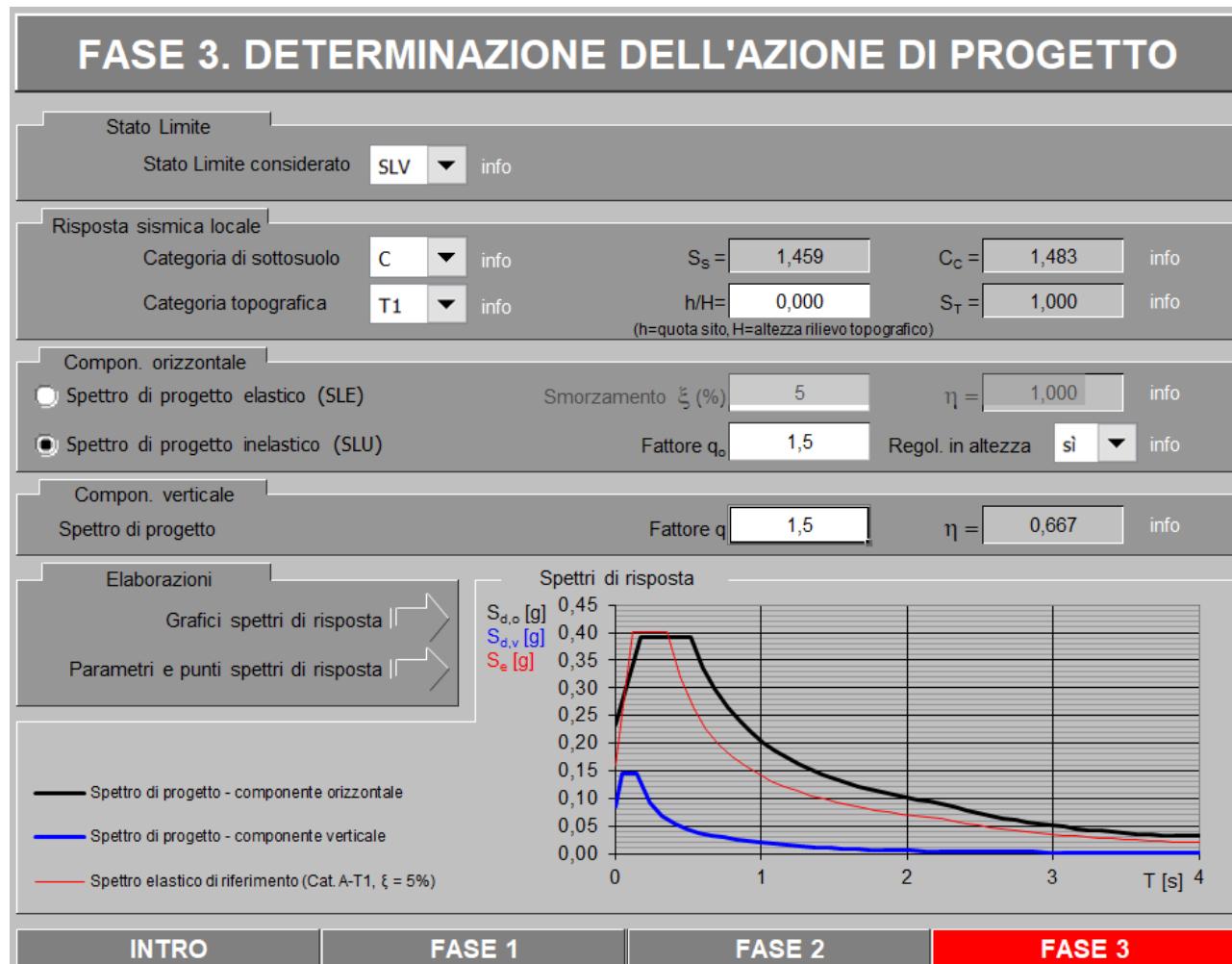
Total	G _{2k} = 6.00	kN/m ²

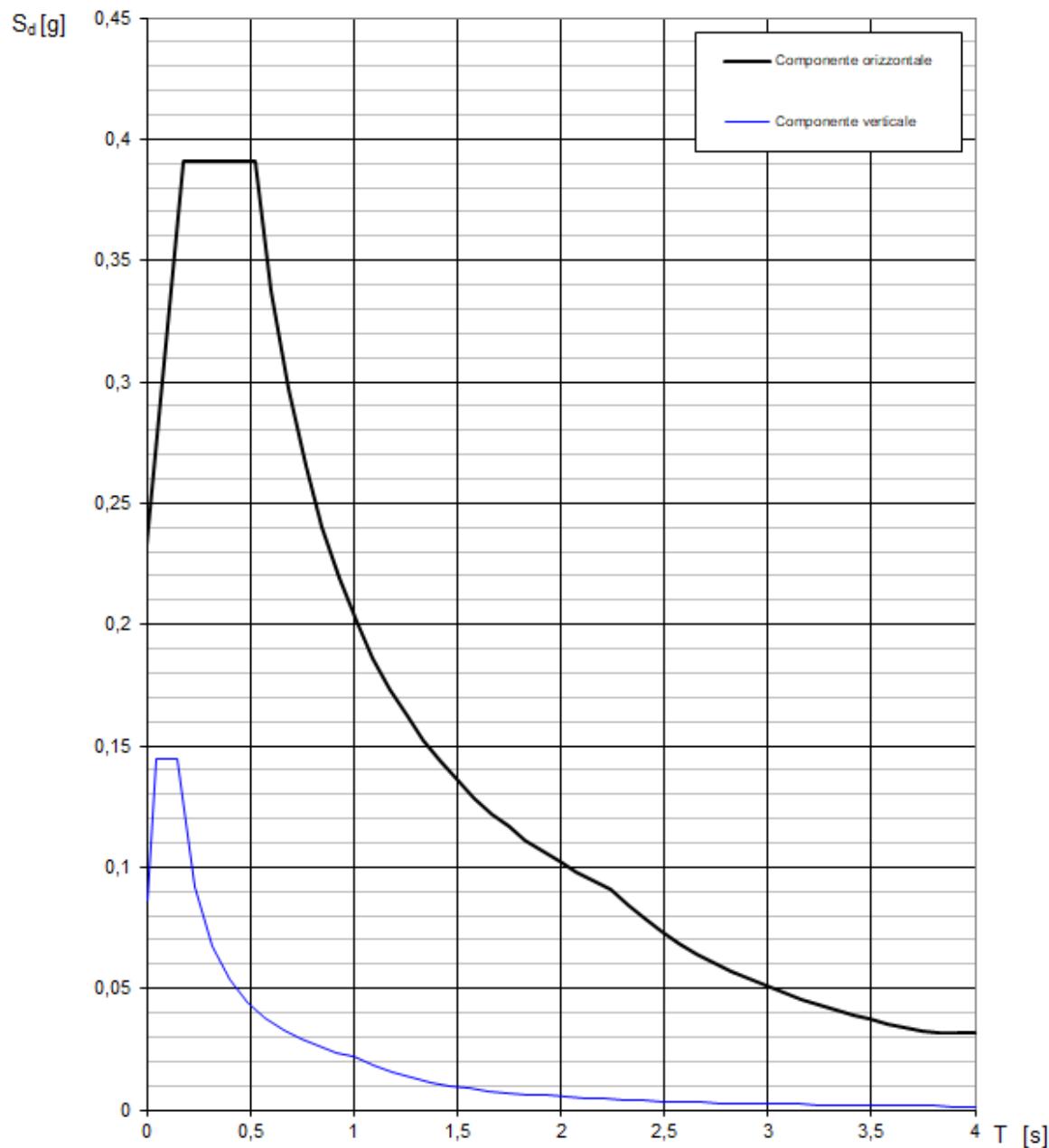
Muratura di tamponamento sp. 25 cm	3.75	kN/m ²
------------------------------------	------	-------------------

Ai fini dell'analisi sismica non vengono computati ulteriori carichi accidentali, poiché il carico neve in copertura non va considerato né nella combinazione gravitazionale associata alla condizione sismica, né come massa sismica partecipante.

10.3 AZIONE SISMICA E FATTORE DI COMPORTAMENTO

FATTORE DI COMPORTAMENTO: La struttura viene progettata come struttura non dissipativa e viene condotta una analisi modale con spettro di risposta. Ai sensi del cap. 7.3 nelle NTC18, tab.7.3.1, quindi, il fattore di comportamento adottato è $q = 1.5$.



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,160 g
F_o	2,515
T_c	0,352 s
S_s	1,459
C_c	1,483
S_T	1,000
q	1,500

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,233
0,174	0,391
T _B ← 0,521	0,391
0,603	0,338
0,685	0,297
0,767	0,266
0,848	0,240
0,930	0,219
1,012	0,201
1,094	0,186
1,176	0,173
1,257	0,162
1,339	0,152
1,421	0,143
1,503	0,136
1,585	0,129
1,666	0,122
1,748	0,116
1,830	0,111
1,912	0,107
1,993	0,102
2,075	0,098
2,157	0,094
T _D ← 2,239	0,091
2,323	0,085
2,407	0,079
2,490	0,074
2,574	0,069
2,658	0,065
2,742	0,061
2,826	0,057
2,910	0,054
2,994	0,051
3,077	0,048
3,161	0,046
3,245	0,043
3,329	0,041
3,413	0,039
3,497	0,037
3,581	0,036
3,665	0,034
3,748	0,032
3,832	0,032
3,916	0,032
4,000	0,032

Parametri dipendenti

S	1,459
η	0,667
T_B	0,174 s
T_c	0,521 s
T_D	2,239 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Sono state assunte le caratteristiche dei materiali desunte dalla relazione di vulnerabilità sopra citata:

Per il corpo palestra, si riportano le proprietà dei materiali riportate nelle tavole progettuali e confermate dal Direttore dei lavori nell'accettazione degli stessi.

Calcestruzzo delle fondazioni: $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo delle strutture di elevazione: $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Acciaio d'armo tipo Fe B 44k: $f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Acciaio armonico per trefoli: $f_{ptk} \geq 1870 \text{ N/mm}^2 \quad f_{p(0.2)k} \geq 1570 \text{ N/mm}^2$

Elementi lapidei artificiali semipieni: $f_{bk} \geq 15 \text{ N/mm}^2$

Malta tipo M 3 secondo D.M. 20.11.87

Resistenza caratteristica muratura: $f_k \geq 6.0 \text{ N/mm}^2$

Le resistenze caratteristiche da associare al materiale calcestruzzo armato nel codice di calcolo sono quelle ottenute dalle medie dei risultati delle prove eseguite sui provini prelevati. Per il calcestruzzo, il valore medio di resistenza è correlato alla resistenza cubica caratteristica per mezzo dell'espressione delle N.T.C. e rapportato anche con i risultati sclerometrici. I valori sono i seguenti:

Calcestruzzo, $f_{c,m} = 53.5 \text{ MPa}$;

Acciaio, $f_{y,m} = 448.0 \text{ MPa}$ e $f_{t,m} = 643.8 \text{ MPa}$.

Per la resistenza meccaniche del mattone alveolare, le indagini eseguite hanno fornito una valore medio pari a: $f_{bm} = 14.0 \text{ N/mm}^2$.

Dalla tab. 11.10.V del D.M. del 14.01.2008, per elementi artificiali semipieni, si ricava un valore stimato di resistenza della muratura di: $f_c = 5.14 \text{ N/mm}^2$.

Per il livello di conoscenza LC2, le resistenze e i moduli elastici da adottare per il calcolo numerico sono i valori medi degli intervalli riportati in tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria individuata. Inoltre, data la presenza di una malta di migliori caratteristiche petrografiche, si ritiene di maggiorare tali valori del coefficiente 1.5 di cui alla tabella C8A.2.2. I valori inseriti nel modello sono, quindi:

$f_m = 9.00 \text{ N/mm}^2$	resistenza a compressione media della muratura;
$E_m = 6825 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico medio della muratura;
$\tau_0 = 0.42 \text{ N/mm}^2$	resistenza a taglio media della muratura in assenza di azione assiale.

Estratto della relazione di vulnerabilità – ITS Engineering

Per quanto riguarda il calcestruzzo e l'acciaio di armatura si assumono le seguenti caratteristiche di resistenza, tenendo conto di un fattore di confidenza $F_c = 1.2$

$$f_{cd} = 53.5 / 1.2 = 44.6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 448 / 1.2 = 373 \text{ N/mm}^2$$

Per quanto riguarda la muratura, si considera che la resistenza media del blocco è $f_{bm} = 14 \text{ N/mm}^2$, mentre l'analisi petrografica riportata nella citata relazione, ha evidenziato una malta M2.5.

Con l'impiego della tabella Tab.11.10.VI delle NTC18, si ha che la resistenza della muratura da considerare è:

$$f_m = 4.90 \text{ N/mm}^2, \text{ per cui } f_d = 4.9/1.2 = 4.08 \text{ N/mm}^2$$

Mentre per quanto riguarda il modulo elastic si assume l'espressione $E_m = 1000*f_m = 4900 \text{ N/mm}^2$

10.4 DETTAGLI COSTRUTTIVI SEZIONI

I dettagli costruttivi sulle armature sono desunti dalla relazione di vulnerabilità.

Corpo	Piano	Elemento	Trave			Pilastro		
			Armatura		Copriferro (mm)	Armatura		Copriferro (mm)
			Correnti	Staffe		Verticale	Staffe	
CORPO SCUOLA	Terra	T1	2+2Ø 18-20	Ø 8-10/20	25			
	Terra	T2	6Ø 16	Ø 12/15	25-30			
	Terra	T3	Ø 12	Ø 6/25	20-25			
	Terra	T4	Ø 12	Ø 6/25	20-25			
	Terra	S1	Interasse travetti 70-80 cm		20			
	Terra	S2	Interasse travetti 100 cm		20			
	Terra	P4	-	-	-	4Ø 18	Ø 6/20	25
	Primo	T5	4Ø 16	Ø 12/20	25-30			
	Primo	T6	5Ø 12	Ø 6/25	25			
	Primo	T7	Ø 10-12	Ø 6/25	20-25			
CORPO PALESTRA	Primo	T8	Non rilevabile	Ø 8/25	25			
	Primo	S3	Interasse travetti >80 cm		25			
	Terra	P1	-	-	-	8Ø 20+ 2Ø 16	Ø 8/15	35
	Terra	P2	-	-	-	6Ø 12	Ø 6/15	40-50
	Terra	P3	-	-	-	8Ø 20+ 2Ø 16	Ø 8/15	35
	Terra	P5	-	-	-	8Ø 20+ 2Ø 16	Ø 8/15	35
	Terra	T9	2Ø 14-16	Ø 8/20	25			
	Terra	T10	2Ø 14-16	Ø 8/20	25			

Estratto della relazione di vulnerabilità – ITS Engineering

10.5 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA CON INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

Come detto sono stati realizzati due differenti modelli fem, utilizzando il software AMV Mastersap v.2018.

Il primo modello tiene in considerazione anche la presenza delle murature di tamponamento, schematizzato come puntoni equivalenti, il secondo le tiene in cosiderazione solo in termini di massa.

La struttura è quindi stata schematizzata ad elementi beam per i telai in c.a. e per gli elementi controventanti in acciaio, ed ad elementi plate per quanto riguarda le muratura in c.a.

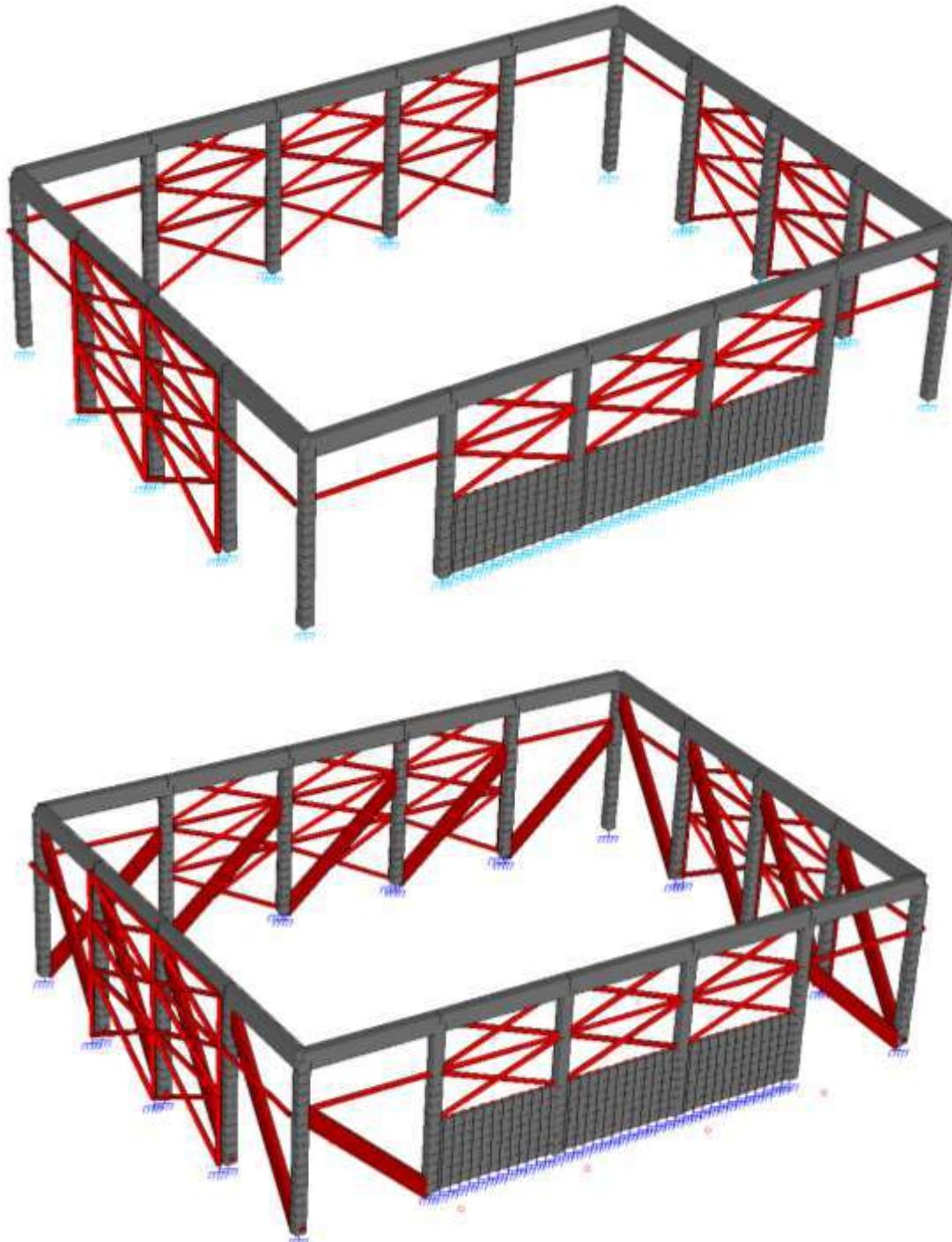
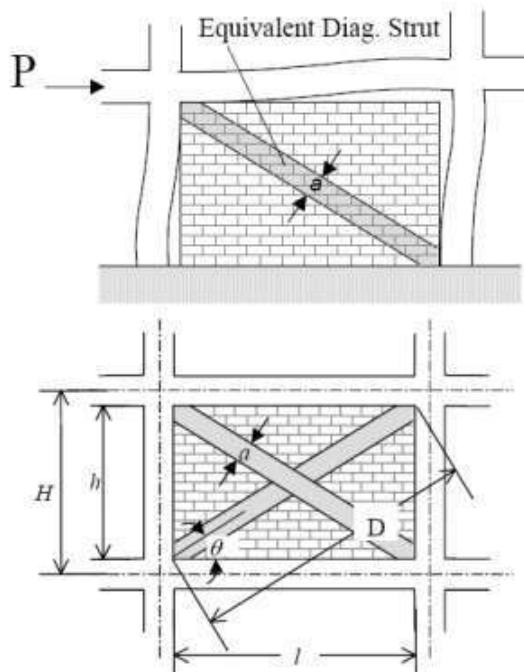


Immagine prospettica dei due modelli fem: il primo senza contributo delle murature, il secondo con la modellazione dei punti equivalenti

Il criterio adottato è quello proposto da Al-Chaar (2002) e riportato nelle linne guida ‘NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS’ – FEMA 273.

La larghezza equivalente del puntone in muratura viene valutata mediante l'espressione di Stafford, Smith & Carter (1969) integrato con l'espressione di Mainstone (1971):



La larghezza a dipende dalla rigidezza flessionale relativa telaio-pannello, che Stafford Smith & Carter (1969) valutano come segue:

$$\lambda_i H = H \cdot \sqrt[4]{\frac{E_m t \sin(2\theta)}{4E_c I_{col} h}}$$

dove: E_c e E_m sono i moduli elasticici del calcestruzzo e della muratura;
 I_{col} è il momento d'inerzia del pilastro.

A partire dalla relazione precedente, Mainstone (1971) fornisce l'espressione della larghezza del puntone equivalente:

$$a = 0.175D(\lambda_i H)^{-0.4}$$

DATI DI INPUT

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro **1838_palestra_2**

Intestazione del lavoro

Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	75 anni
Luogo	Breda di Piave - saletto di breda-via davanzo 67
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	45	0.048	2.51	0.25	1.50	1.65	0.072
SLD	75	0.062	2.47	0.28	1.50	1.60	0.093
SLV	712	0.158	2.51	0.35	1.46	1.48	0.231
SLC	1462	0.205	2.57	0.37	1.38	1.46	0.284

TR utilizzato nel progetto 712 anni
Comportamento strutturale Dissipativo

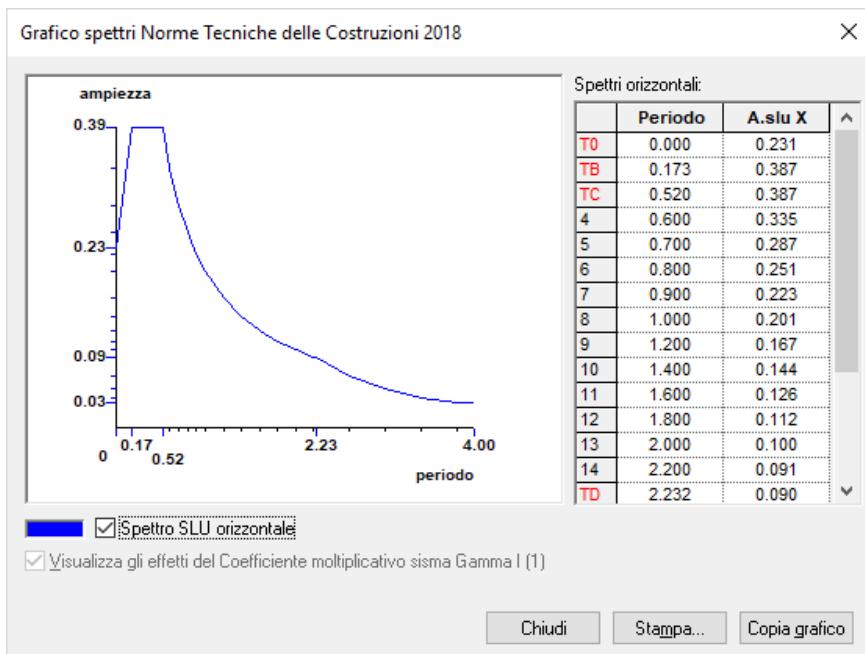
STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	3

Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1.5
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.168
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.194

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3



SEZIONI IMPIEGATE

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	50.000	50.000
2	48.000	86.000
4	10.000	10.000
5	25.000	80.000
6	25.000	86.000

SEZIONE CIRCOLARE CAVA

Codice	Diametro esterno	Spessore
3	21.900	1.000

APPLICAZIONE DEI CARICHI

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve Zona I Alpina	2	Condizione 2	Variabile: Neve	-0.000120	0.000	-0.000120	0.000	0.0000	0.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Permanente copertura	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.000600	0.000	-0.000600	0.000	1.0000	1.0000

MATERIALI IMPIEGATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo esistente	+3.64e+003	0.120	0.00002	+1.00e-005	1.000	+5.00e-001	+5.00e-001
2	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+003	0.120	0.00002	+1.00e-005	1.000	+5.00e-001	+5.00e-001
3	Acciaio	+2.06e+004	0.300	0.00008	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

4	fittizio	+2.06e+006	0.300	0.00000	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	Muratura	+4.90e+002	0.250	0.00000	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500

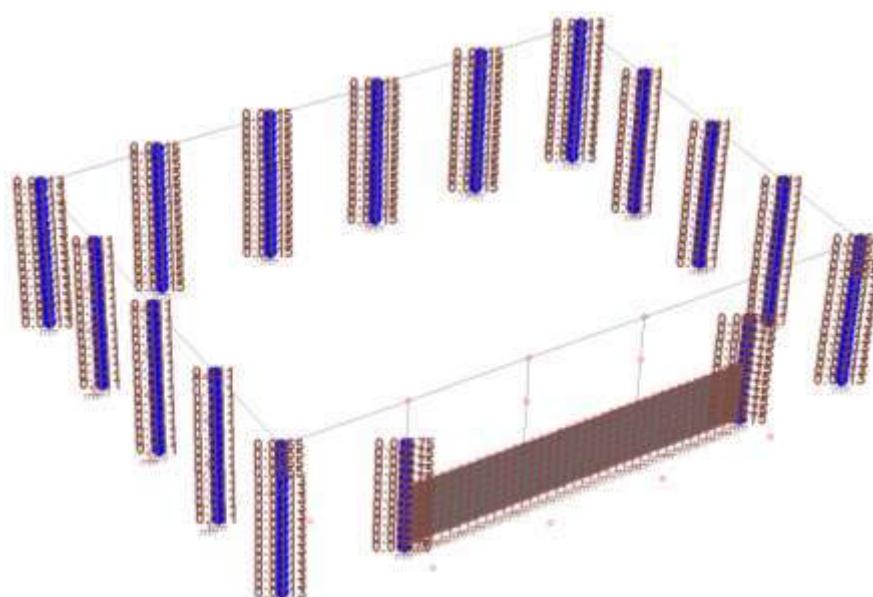
COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

APPLICAZIONE DELLE MASSE DINAMICHE



10.6 RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA MODELLO CON PUNTONI DI MURATURA

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EX

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.832e+001	4.506e+000	2.219e-001	0.000e+000
2	3.345e+001	5.324e+000	1.878e-001	0.000e+000
3	3.930e+001	6.254e+000	1.599e-001	0.000e+000
4	4.006e+001	6.376e+000	1.568e-001	0.000e+000
5	4.102e+001	6.528e+000	1.532e-001	0.000e+000
6	4.317e+001	6.871e+000	1.455e-001	0.000e+000
7	4.429e+001	7.049e+000	1.419e-001	0.000e+000
8	4.653e+001	7.405e+000	1.350e-001	0.000e+000
9	4.657e+001	7.411e+000	1.349e-001	0.000e+000
10	4.685e+001	7.456e+000	1.341e-001	0.000e+000
11	4.728e+001	7.525e+000	1.329e-001	0.000e+000
12	4.822e+001	7.675e+000	1.303e-001	0.000e+000
13	4.833e+001	7.692e+000	1.300e-001	0.000e+000
14	5.778e+001	9.196e+000	1.087e-001	0.000e+000
15	5.998e+001	9.545e+000	1.048e-001	0.000e+000
16	7.350e+001	1.170e+001	8.548e-002	4.576e-029
17	7.432e+001	1.183e+001	8.455e-002	1.803e-027
18	7.577e+001	1.206e+001	8.292e-002	1.853e-026
19	7.658e+001	1.219e+001	8.205e-002	3.190e-025
20	7.669e+001	1.221e+001	8.193e-002	8.323e-025
21	8.007e+001	1.274e+001	7.847e-002	1.379e-024
22	8.104e+001	1.290e+001	7.753e-002	9.462e-023
23	8.238e+001	1.311e+001	7.627e-002	6.476e-024

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-9.315e-002	2.965e+000
2	-2.795e+000	-1.716e-001
3	-4.902e-001	1.575e-001
4	4.888e-001	-1.703e-001
5	7.023e-003	-6.767e-003
6	-4.861e-001	3.413e-002
7	2.860e-001	-6.509e-002
8	5.563e-004	5.107e-002
9	7.221e-003	2.828e-003
10	9.334e-002	-3.141e-002
11	8.340e-002	-1.887e-002
12	-1.230e-004	-7.669e-004
13	-3.190e-002	5.964e-003
14	3.569e-003	4.184e-001
15	-1.176e-002	3.707e-003
16	1.717e-001	1.736e-001
17	1.154e-002	2.058e-001
18	-1.608e-001	3.006e-001
19	1.673e-002	2.758e-001
20	-3.012e-002	-1.648e-001
21	1.695e-001	-1.751e-001
22	2.873e-001	-1.900e-002
23	-2.924e-001	-1.181e-001

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+8.68e-003	0	+8.79e+000	84	+2.46e-004	0	+4.59e+005	3
Progressiva	+8.68e-003	0	+8.79e+000	84	+2.46e-004	0	+4.59e+005	3
Modo: 2	+7.81e+000	75	+2.95e-002	0	+3.68e-004	0	+1.04e+006	7
Progressiva	+7.82e+000	75	+8.82e+000	85	+6.14e-004	0	+1.50e+006	9
Modo: 3	+2.40e-001	2	+2.48e-002	0	+3.69e-005	0	+3.83e+006	24
Progressiva	+8.06e+000	77	+8.84e+000	85	+6.51e-004	0	+5.33e+006	34
Modo: 4	+2.39e-001	2	+2.90e-002	0	+3.29e-004	0	+5.06e+006	32
Progressiva	+8.30e+000	80	+8.87e+000	85	+9.80e-004	0	+1.04e+007	66
Modo: 5	+4.93e-005	0	+4.58e-005	0	+9.29e-006	0	+4.46e+003	0
Progressiva	+8.30e+000	80	+8.87e+000	85	+9.89e-004	0	+1.04e+007	66
Modo: 6	+2.36e-001	2	+1.16e-003	0	+1.41e-005	0	+2.81e+005	2
Progressiva	+8.54e+000	82	+8.87e+000	85	+1.00e-003	0	+1.07e+007	67
Modo: 7	+8.18e-002	1	+4.24e-003	0	+2.97e-005	0	+1.47e+006	9
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+1.03e-003	0	+1.21e+007	77
Modo: 8	+3.09e-007	0	+2.61e-003	0	+4.89e-006	0	+2.58e+002	0
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+1.04e-003	0	+1.21e+007	77
Modo: 9	+5.21e-005	0	+8.00e-006	0	+1.43e-007	0	+1.10e+001	0
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+1.04e-003	0	+1.21e+007	77
Modo: 10	+8.71e-003	0	+9.86e-004	0	+1.37e-005	0	+4.69e+005	3
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.05e-003	0	+1.26e+007	80
Modo: 11	+6.96e-003	0	+3.56e-004	0	+1.69e-005	0	+4.22e+005	3
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.07e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 12	+1.51e-008	0	+5.88e-007	0	+1.99e-006	0	+7.42e+001	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.07e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 13	+1.02e-003	0	+3.56e-005	0	+7.34e-007	0	+2.02e+004	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+1.07e-003	0	+1.31e+007	82
Modo: 14	+1.27e-005	0	+1.75e-001	2	+4.53e-008	0	+3.98e+002	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+1.07e-003	0	+1.31e+007	82
Modo: 15	+1.38e-004	0	+1.37e-005	0	+4.24e-006	0	+7.83e+004	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+1.08e-003	0	+1.31e+007	83
Modo: 16	+2.95e-002	0	+3.01e-002	0	+9.39e-006	0	+1.21e+005	1
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.09e+000	87	+1.09e-003	0	+1.33e+007	84
Modo: 17	+1.33e-004	0	+4.24e-002	0	+1.92e-007	0	+4.23e+002	0
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.13e+000	88	+1.09e-003	0	+1.33e+007	84
Modo: 18	+2.59e-002	0	+9.04e-002	1	+6.94e-005	0	+1.43e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.22e+000	88	+1.15e-003	0	+1.34e+007	85
Modo: 19	+2.80e-004	0	+7.60e-002	1	+1.07e-005	0	+1.08e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.30e+000	89	+1.17e-003	0	+1.35e+007	85
Modo: 20	+9.07e-004	0	+2.72e-002	0	+3.07e-005	0	+8.21e+004	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.32e+000	89	+1.20e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 21	+2.87e-002	0	+3.07e-002	0	+8.63e-005	0	+3.38e+003	0
Progressiva	+8.72e+000	84	+9.35e+000	90	+1.28e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 22	+8.26e-002	1	+3.61e-004	0	+2.03e-005	0	+2.43e+004	0
Progressiva	+8.80e+000	84	+9.35e+000	90	+1.30e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 23	+8.55e-002	1	+1.39e-002	0	+3.96e-004	0	+7.64e+002	0
Progressiva	+8.89e+000	85	+9.37e+000	90	+1.70e-003	0	+1.36e+007	86

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EX**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.830e+001	4.504e+000	2.220e-001	0.000e+000
2	3.347e+001	5.326e+000	1.878e-001	0.000e+000
3	3.924e+001	6.245e+000	1.601e-001	0.000e+000
4	4.014e+001	6.388e+000	1.565e-001	0.000e+000
5	4.102e+001	6.528e+000	1.532e-001	0.000e+000
6	4.317e+001	6.871e+000	1.455e-001	0.000e+000
7	4.429e+001	7.049e+000	1.419e-001	0.000e+000
8	4.653e+001	7.405e+000	1.350e-001	0.000e+000
9	4.657e+001	7.411e+000	1.349e-001	0.000e+000
10	4.686e+001	7.457e+000	1.341e-001	0.000e+000
11	4.727e+001	7.523e+000	1.329e-001	0.000e+000
12	4.822e+001	7.675e+000	1.303e-001	0.000e+000
13	4.833e+001	7.692e+000	1.300e-001	0.000e+000
14	5.778e+001	9.196e+000	1.087e-001	0.000e+000
15	5.998e+001	9.545e+000	1.048e-001	0.000e+000
16	7.343e+001	1.169e+001	8.557e-002	3.208e-029
17	7.432e+001	1.183e+001	8.455e-002	1.533e-027
18	7.588e+001	1.208e+001	8.280e-002	3.061e-026
19	7.648e+001	1.217e+001	8.215e-002	1.633e-025
20	7.674e+001	1.221e+001	8.187e-002	2.965e-025
21	8.006e+001	1.274e+001	7.848e-002	1.391e-024
22	8.104e+001	1.290e+001	7.753e-002	5.758e-023
23	8.238e+001	1.311e+001	7.627e-002	6.502e-024

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	1.280e-001	2.962e+000
2	-2.795e+000	2.058e-001
3	5.008e-001	1.615e-001
4	4.717e-001	1.706e-001
5	-5.696e-003	-2.054e-003
6	-4.859e-001	-2.910e-002
7	2.863e-001	7.005e-002
8	-2.036e-003	5.115e-002
9	7.222e-003	2.864e-003
10	9.535e-002	2.545e-002
11	8.013e-002	3.689e-002
12	-2.518e-004	-6.606e-005
13	-3.174e-002	-6.176e-003
14	-2.115e-003	4.185e-001
15	-1.170e-002	-3.329e-003
16	1.688e-001	1.946e-001
17	9.858e-003	2.046e-001
18	-1.667e-001	2.719e-001
19	5.179e-003	2.699e-001
20	1.417e-002	1.998e-001
21	1.768e-001	-1.754e-001
22	2.828e-001	-1.672e-002
23	-2.916e-001	-1.181e-001

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+1.64e-002	0	+8.77e+000	84	+4.04e-004	0	+4.87e+005	3
Progressiva	+1.64e-002	0	+8.77e+000	84	+4.04e-004	0	+4.87e+005	3
Modo: 2	+7.81e+000	75	+4.24e-002	0	+2.65e-004	0	+1.01e+006	6
Progressiva	+7.83e+000	75	+8.82e+000	85	+6.69e-004	0	+1.50e+006	9
Modo: 3	+2.51e-001	2	+2.61e-002	0	+1.54e-004	0	+3.87e+006	24
Progressiva	+8.08e+000	77	+8.84e+000	85	+8.22e-004	0	+5.37e+006	34
Modo: 4	+2.22e-001	2	+2.91e-002	0	+4.10e-005	0	+5.00e+006	32
Progressiva	+8.30e+000	80	+8.87e+000	85	+8.63e-004	0	+1.04e+007	65
Modo: 5	+3.24e-005	0	+4.22e-006	0	+7.93e-006	0	+3.53e+003	0
Progressiva	+8.30e+000	80	+8.87e+000	85	+8.71e-004	0	+1.04e+007	66
Modo: 6	+2.36e-001	2	+8.47e-004	0	+2.29e-005	0	+2.84e+005	2
Progressiva	+8.54e+000	82	+8.87e+000	85	+8.94e-004	0	+1.07e+007	67
Modo: 7	+8.20e-002	1	+4.91e-003	0	+1.10e-005	0	+1.49e+006	9
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+9.05e-004	0	+1.21e+007	77
Modo: 8	+4.15e-006	0	+2.62e-003	0	+4.19e-006	0	+3.17e+002	0
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+9.09e-004	0	+1.21e+007	77
Modo: 9	+5.22e-005	0	+8.20e-006	0	+1.32e-007	0	+4.80e+000	0
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+9.09e-004	0	+1.21e+007	77
Modo: 10	+9.09e-003	0	+6.48e-004	0	+5.30e-006	0	+4.89e+005	3
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.15e-004	0	+1.26e+007	80
Modo: 11	+6.42e-003	0	+1.36e-003	0	+7.85e-006	0	+3.99e+005	3
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.23e-004	0	+1.30e+007	82
Modo: 12	+6.34e-008	0	+4.36e-009	0	+1.94e-006	0	+6.01e+001	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.24e-004	0	+1.30e+007	82
Modo: 13	+1.01e-003	0	+3.81e-005	0	+1.20e-006	0	+2.00e+004	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+9.26e-004	0	+1.31e+007	82
Modo: 14	+4.47e-006	0	+1.75e-001	2	+2.89e-007	0	+4.16e+002	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+9.26e-004	0	+1.31e+007	82
Modo: 15	+1.37e-004	0	+1.11e-005	0	+2.94e-006	0	+7.85e+004	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+9.29e-004	0	+1.31e+007	83
Modo: 16	+2.85e-002	0	+3.79e-002	0	+5.44e-006	0	+1.21e+005	1
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.09e+000	87	+9.34e-004	0	+1.33e+007	84
Modo: 17	+9.72e-005	0	+4.18e-002	0	+9.59e-008	0	+3.48e+002	0
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.14e+000	88	+9.34e-004	0	+1.33e+007	84
Modo: 18	+2.78e-002	0	+7.39e-002	1	+7.45e-005	0	+1.32e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.21e+000	88	+1.01e-003	0	+1.34e+007	85
Modo: 19	+2.68e-005	0	+7.29e-002	1	+6.81e-006	0	+1.08e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.28e+000	89	+1.02e-003	0	+1.35e+007	85
Modo: 20	+2.01e-004	0	+3.99e-002	0	+2.12e-005	0	+9.25e+004	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.32e+000	89	+1.04e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 21	+3.13e-002	0	+3.08e-002	0	+7.85e-005	0	+2.31e+003	0
Progressiva	+8.72e+000	84	+9.35e+000	90	+1.12e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 22	+8.00e-002	1	+2.79e-004	0	+1.56e-005	0	+2.38e+004	0
Progressiva	+8.80e+000	84	+9.35e+000	90	+1.13e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 23	+8.51e-002	1	+1.39e-002	0	+4.09e-004	0	+1.17e+003	0
Progressiva	+8.89e+000	85	+9.37e+000	90	+1.54e-003	0	+1.36e+007	86

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EY**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.842e+001	4.523e+000	2.211e-001	0.000e+000
2	3.282e+001	5.224e+000	1.914e-001	0.000e+000
3	3.959e+001	6.301e+000	1.587e-001	0.000e+000
4	3.996e+001	6.360e+000	1.572e-001	0.000e+000
5	4.102e+001	6.528e+000	1.532e-001	0.000e+000
6	4.338e+001	6.904e+000	1.448e-001	0.000e+000
7	4.456e+001	7.093e+000	1.410e-001	0.000e+000
8	4.653e+001	7.405e+000	1.350e-001	0.000e+000
9	4.657e+001	7.411e+000	1.349e-001	0.000e+000
10	4.689e+001	7.462e+000	1.340e-001	0.000e+000
11	4.731e+001	7.529e+000	1.328e-001	0.000e+000
12	4.822e+001	7.675e+000	1.303e-001	0.000e+000
13	4.836e+001	7.696e+000	1.299e-001	0.000e+000
14	5.778e+001	9.195e+000	1.088e-001	0.000e+000
15	5.998e+001	9.546e+000	1.048e-001	0.000e+000
16	7.344e+001	1.169e+001	8.555e-002	3.488e-029
17	7.432e+001	1.183e+001	8.455e-002	1.605e-027
18	7.582e+001	1.207e+001	8.287e-002	2.246e-026
19	7.653e+001	1.218e+001	8.210e-002	2.015e-025
20	7.672e+001	1.221e+001	8.190e-002	4.588e-025
21	8.007e+001	1.274e+001	7.847e-002	1.358e-024
22	8.105e+001	1.290e+001	7.752e-002	9.714e-023
23	8.238e+001	1.311e+001	7.627e-002	6.500e-024

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	2.109e-002	2.979e+000
2	-2.721e+000	2.186e-002
3	7.581e-002	7.144e-003
4	8.365e-001	3.580e-004
5	-7.843e-003	2.069e-003
6	-4.671e-001	3.215e-003
7	5.030e-001	1.179e-003
8	-6.804e-004	5.180e-002
9	6.995e-003	2.850e-003
10	1.559e-001	-4.215e-003
11	1.541e-001	9.140e-003
12	1.734e-004	-3.925e-004
13	-6.728e-002	-3.674e-004
14	7.351e-004	4.201e-001
15	-2.054e-002	1.560e-004
16	1.772e-001	1.838e-001
17	1.079e-002	2.049e-001
18	-1.704e-001	2.900e-001
19	-1.815e-002	-2.744e-001
20	1.655e-002	1.786e-001
21	1.684e-001	-1.750e-001
22	2.814e-001	-1.945e-002
23	-2.916e-001	-1.178e-001

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+4.45e-004	0	+8.88e+000	85	+3.28e-004	0	+2.24e+002	0
Progressiva	+4.45e-004	0	+8.88e+000	85	+3.28e-004	0	+2.24e+002	0
Modo: 2	+7.40e+000	71	+4.78e-004	0	+3.56e-004	0	+2.51e+006	16
Progressiva	+7.40e+000	71	+8.88e+000	85	+6.84e-004	0	+2.51e+006	16
Modo: 3	+5.75e-003	0	+5.10e-005	0	+5.18e-005	0	+4.44e+004	0
Progressiva	+7.41e+000	71	+8.88e+000	85	+7.36e-004	0	+2.56e+006	16
Modo: 4	+7.00e-001	7	+1.28e-007	0	+1.57e-004	0	+7.00e+006	44
Progressiva	+8.11e+000	78	+8.88e+000	85	+8.93e-004	0	+9.56e+006	61
Modo: 5	+6.15e-005	0	+4.28e-006	0	+8.16e-006	0	+2.77e+003	0
Progressiva	+8.11e+000	78	+8.88e+000	85	+9.01e-004	0	+9.56e+006	61
Modo: 6	+2.18e-001	2	+1.03e-005	0	+9.92e-006	0	+2.20e+005	1
Progressiva	+8.33e+000	80	+8.88e+000	85	+9.11e-004	0	+9.78e+006	62
Modo: 7	+2.53e-001	2	+1.39e-006	0	+1.31e-005	0	+2.01e+006	13
Progressiva	+8.58e+000	82	+8.88e+000	85	+9.24e-004	0	+1.18e+007	75
Modo: 8	+4.63e-007	0	+2.68e-003	0	+4.53e-006	0	+9.27e-001	0
Progressiva	+8.58e+000	82	+8.88e+000	85	+9.29e-004	0	+1.18e+007	75
Modo: 9	+4.89e-005	0	+8.12e-006	0	+1.34e-007	0	+1.54e+001	0
Progressiva	+8.58e+000	82	+8.88e+000	85	+9.29e-004	0	+1.18e+007	75
Modo: 10	+2.43e-002	0	+1.78e-005	0	+6.74e-006	0	+5.23e+005	3
Progressiva	+8.60e+000	83	+8.88e+000	85	+9.36e-004	0	+1.23e+007	78
Modo: 11	+2.37e-002	0	+8.35e-005	0	+1.22e-005	0	+5.80e+005	4
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.48e-004	0	+1.29e+007	82
Modo: 12	+3.01e-008	0	+1.54e-007	0	+1.95e-006	0	+5.97e+001	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.50e-004	0	+1.29e+007	82
Modo: 13	+4.53e-003	0	+1.35e-007	0	+1.71e-007	0	+6.59e+004	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+9.50e-004	0	+1.30e+007	82
Modo: 14	+5.40e-007	0	+1.77e-001	2	+3.95e-008	0	+1.06e-002	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+9.06e+000	87	+9.50e-004	0	+1.30e+007	82
Modo: 15	+4.22e-004	0	+2.43e-008	0	+3.13e-006	0	+8.13e+004	1
Progressiva	+8.63e+000	83	+9.06e+000	87	+9.53e-004	0	+1.30e+007	83
Modo: 16	+3.14e-002	0	+3.38e-002	0	+5.47e-006	0	+1.23e+005	1
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.09e+000	87	+9.59e-004	0	+1.32e+007	84
Modo: 17	+1.16e-004	0	+4.20e-002	0	+1.21e-007	0	+3.71e+002	0
Progressiva	+8.67e+000	83	+9.13e+000	88	+9.59e-004	0	+1.32e+007	84
Modo: 18	+2.90e-002	0	+8.41e-002	1	+7.63e-005	0	+1.37e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.22e+000	88	+1.04e-003	0	+1.33e+007	84
Modo: 19	+3.29e-004	0	+7.53e-002	1	+6.74e-006	0	+1.06e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.29e+000	89	+1.04e-003	0	+1.34e+007	85
Modo: 20	+2.74e-004	0	+3.19e-002	0	+2.45e-005	0	+9.02e+004	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.32e+000	89	+1.07e-003	0	+1.35e+007	86
Modo: 21	+2.84e-002	0	+3.06e-002	0	+8.30e-005	0	+3.22e+003	0
Progressiva	+8.72e+000	84	+9.35e+000	90	+1.15e-003	0	+1.35e+007	86
Modo: 22	+7.92e-002	1	+3.78e-004	0	+1.85e-005	0	+2.56e+004	0
Progressiva	+8.80e+000	84	+9.35e+000	90	+1.17e-003	0	+1.35e+007	86
Modo: 23	+8.50e-002	1	+1.39e-002	0	+4.09e-004	0	+1.15e+003	0
Progressiva	+8.89e+000	85	+9.37e+000	90	+1.58e-003	0	+1.35e+007	86

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EY**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.842e+001	4.523e+000	2.211e-001	0.000e+000
2	3.389e+001	5.394e+000	1.854e-001	0.000e+000
3	3.935e+001	6.263e+000	1.597e-001	0.000e+000
4	3.960e+001	6.303e+000	1.587e-001	0.000e+000
5	4.102e+001	6.528e+000	1.532e-001	0.000e+000
6	4.302e+001	6.847e+000	1.460e-001	0.000e+000
7	4.416e+001	7.028e+000	1.423e-001	0.000e+000
8	4.653e+001	7.405e+000	1.350e-001	0.000e+000
9	4.657e+001	7.411e+000	1.349e-001	0.000e+000
10	4.683e+001	7.453e+000	1.342e-001	0.000e+000
11	4.726e+001	7.521e+000	1.330e-001	0.000e+000
12	4.822e+001	7.675e+000	1.303e-001	0.000e+000
13	4.832e+001	7.691e+000	1.300e-001	0.000e+000
14	5.778e+001	9.195e+000	1.088e-001	0.000e+000
15	5.997e+001	9.545e+000	1.048e-001	0.000e+000
16	7.349e+001	1.170e+001	8.550e-002	4.064e-029
17	7.432e+001	1.183e+001	8.455e-002	1.677e-027
18	7.583e+001	1.207e+001	8.286e-002	2.376e-026
19	7.652e+001	1.218e+001	8.211e-002	2.055e-025
20	7.671e+001	1.221e+001	8.191e-002	4.234e-025
21	8.007e+001	1.274e+001	7.848e-002	1.364e-024
22	8.103e+001	1.290e+001	7.754e-002	5.633e-023
23	8.238e+001	1.311e+001	7.627e-002	6.282e-024

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	1.631e-002	2.979e+000
2	-2.866e+000	1.573e-002
3	4.468e-001	3.599e-003
4	-5.960e-002	6.670e-003
5	-1.487e-003	2.065e-003
6	-4.520e-001	2.004e-003
7	1.047e-001	2.933e-003
8	-8.074e-004	5.180e-002
9	7.447e-003	2.843e-003
10	3.941e-002	-2.785e-003
11	3.101e-002	9.772e-003
12	-6.502e-004	-3.904e-004
13	-1.720e-002	8.587e-005
14	7.245e-004	4.201e-001
15	-3.397e-003	2.263e-004
16	1.628e-001	1.863e-001
17	1.039e-002	2.057e-001
18	-1.576e-001	2.867e-001
19	-4.136e-003	-2.698e-001
20	2.876e-002	1.870e-001
21	1.769e-001	-1.754e-001
22	2.881e-001	-1.649e-002
23	-2.924e-001	-1.182e-001

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+2.66e-004	0	+8.88e+000	85	+3.27e-004	0	+6.69e+001	0
Progressiva	+2.66e-004	0	+8.88e+000	85	+3.27e-004	0	+6.69e+001	0
Modo: 2	+8.22e+000	79	+2.48e-004	0	+2.57e-004	0	+1.62e+005	1
Progressiva	+8.22e+000	79	+8.88e+000	85	+5.84e-004	0	+1.62e+005	1
Modo: 3	+2.00e-001	2	+1.30e-005	0	+3.39e-004	0	+1.07e+007	68
Progressiva	+8.42e+000	81	+8.88e+000	85	+9.23e-004	0	+1.09e+007	69
Modo: 4	+3.55e-003	0	+4.45e-005	0	+1.29e-005	0	+2.25e+005	1
Progressiva	+8.42e+000	81	+8.88e+000	85	+9.36e-004	0	+1.11e+007	70
Modo: 5	+2.21e-006	0	+4.26e-006	0	+8.22e-006	0	+2.91e+003	0
Progressiva	+8.42e+000	81	+8.88e+000	85	+9.44e-004	0	+1.11e+007	70
Modo: 6	+2.04e-001	2	+4.02e-006	0	+4.09e-005	0	+1.20e+005	1
Progressiva	+8.62e+000	83	+8.88e+000	85	+9.85e-004	0	+1.12e+007	71
Modo: 7	+1.10e-002	0	+8.61e-006	0	+2.77e-005	0	+1.05e+006	7
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.01e-003	0	+1.23e+007	78
Modo: 8	+6.52e-007	0	+2.68e-003	0	+4.54e-006	0	+6.06e-001	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.02e-003	0	+1.23e+007	78
Modo: 9	+5.55e-005	0	+8.08e-006	0	+1.41e-007	0	+2.92e+000	0
Progressiva	+8.63e+000	83	+8.88e+000	85	+1.02e-003	0	+1.23e+007	78
Modo: 10	+1.55e-003	0	+7.75e-006	0	+1.13e-005	0	+4.34e+005	3
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+1.03e-003	0	+1.27e+007	80
Modo: 11	+9.61e-004	0	+9.55e-005	0	+1.18e-005	0	+3.09e+005	2
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+1.04e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 12	+4.23e-007	0	+1.52e-007	0	+1.96e-006	0	+6.74e+001	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+1.04e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 13	+2.96e-004	0	+7.37e-009	0	+2.44e-006	0	+3.31e+003	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+8.88e+000	85	+1.04e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 14	+5.25e-007	0	+1.77e-001	2	+4.07e-008	0	+6.57e-002	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+1.04e-003	0	+1.30e+007	82
Modo: 15	+1.15e-005	0	+5.12e-008	0	+4.00e-006	0	+7.57e+004	0
Progressiva	+8.64e+000	83	+9.06e+000	87	+1.05e-003	0	+1.31e+007	83
Modo: 16	+2.65e-002	0	+3.47e-002	0	+9.44e-006	0	+1.18e+005	1
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.09e+000	87	+1.06e-003	0	+1.32e+007	84
Modo: 17	+1.08e-004	0	+4.23e-002	0	+1.57e-007	0	+3.86e+002	0
Progressiva	+8.66e+000	83	+9.13e+000	88	+1.06e-003	0	+1.32e+007	84
Modo: 18	+2.49e-002	0	+8.22e-002	1	+6.67e-005	0	+1.38e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.22e+000	88	+1.12e-003	0	+1.33e+007	85
Modo: 19	+1.71e-005	0	+7.28e-002	1	+1.04e-005	0	+1.13e+005	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.29e+000	89	+1.14e-003	0	+1.34e+007	85
Modo: 20	+8.27e-004	0	+3.50e-002	0	+2.73e-005	0	+8.20e+004	1
Progressiva	+8.69e+000	83	+9.32e+000	89	+1.16e-003	0	+1.35e+007	86
Modo: 21	+3.13e-002	0	+3.08e-002	0	+8.04e-005	0	+2.45e+003	0
Progressiva	+8.72e+000	84	+9.35e+000	90	+1.24e-003	0	+1.35e+007	86
Modo: 22	+8.30e-002	1	+2.72e-004	0	+1.70e-005	0	+2.26e+004	0
Progressiva	+8.80e+000	84	+9.35e+000	90	+1.26e-003	0	+1.36e+007	86
Modo: 23	+8.55e-002	1	+1.40e-002	0	+3.97e-004	0	+7.97e+002	0
Progressiva	+8.89e+000	85	+9.37e+000	90	+1.66e-003	0	+1.36e+007	86

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

10.7 RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA MODELLO SENZA PUNTONI DI MURATURA

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EX

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.128e+001	3.387e+000	2.953e-001	0.000e+000
2	2.846e+001	4.530e+000	2.208e-001	3.397e-025
3	3.534e+001	5.625e+000	1.778e-001	2.509e-025
4	3.936e+001	6.265e+000	1.596e-001	1.420e-020
5	4.101e+001	6.528e+000	1.532e-001	1.276e-016
6	4.266e+001	6.790e+000	1.473e-001	6.163e-016
7	4.398e+001	7.000e+000	1.429e-001	9.175e-014

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	8.806e-002	-2.947e+000
2	2.356e+000	2.099e-001
3	1.788e+000	-1.391e-001
4	5.566e-002	2.726e-001
5	4.410e-005	2.610e-004
6	-2.003e-001	1.090e-002
7	1.219e-001	-1.057e-002

MASSA ECCITATA

PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+7.75e-003	0	+8.68e+000	83	+3.39e-011	0	+3.83e+005	2
Progressiva	+7.75e-003	0	+8.68e+000	83	+3.39e-011	0	+3.83e+005	2
Modo: 2	+5.55e+000	53	+4.41e-002	0	+3.65e-010	0	+4.61e+006	29
Progressiva	+5.56e+000	53	+8.73e+000	84	+3.99e-010	0	+4.99e+006	32
Modo: 3	+3.20e+000	31	+1.94e-002	0	+3.06e-009	0	+7.20e+006	45
Progressiva	+8.75e+000	84	+8.75e+000	84	+3.46e-009	0	+1.22e+007	77
Modo: 4	+3.10e-003	0	+7.43e-002	1	+1.71e-006	0	+1.23e+004	0
Progressiva	+8.76e+000	84	+8.82e+000	85	+1.71e-006	0	+1.22e+007	77
Modo: 5	+1.95e-009	0	+6.81e-008	0	+5.50e-006	0	+3.43e-002	0
Progressiva	+8.76e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.22e+007	77
Modo: 6	+4.01e-002	0	+1.19e-004	0	+5.89e-010	0	+1.84e+005	1
Progressiva	+8.80e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.24e+007	78
Modo: 7	+1.49e-002	0	+1.12e-004	0	+4.07e-010	0	+3.38e+005	2
Progressiva	+8.81e+000	85	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.27e+007	80

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EX

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.128e+001	3.386e+000	2.953e-001	0.000e+000
2	2.846e+001	4.530e+000	2.208e-001	5.595e-025
3	3.534e+001	5.625e+000	1.778e-001	2.296e-025
4	3.937e+001	6.266e+000	1.596e-001	3.932e-020

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
5	4.101e+001	6.528e+000	1.532e-001	2.695e-016
6	4.266e+001	6.790e+000	1.473e-001	1.142e-015
7	4.398e+001	7.000e+000	1.429e-001	1.427e-013

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-8.865e-002	-2.947e+000
2	2.356e+000	-2.109e-001
3	1.787e+000	1.409e-001
4	6.957e-002	-2.710e-001
5	1.333e-004	-2.502e-004
6	2.006e-001	8.357e-003
7	-1.221e-001	-1.679e-002

MASSA ECCITATA**PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+7.86e-003	0	+8.68e+000	83	+3.34e-011	0	+3.85e+005	2
Progressiva	+7.86e-003	0	+8.68e+000	83	+3.34e-011	0	+3.85e+005	2
Modo: 2	+5.55e+000	53	+4.45e-002	0	+2.45e-010	0	+4.61e+006	29
Progressiva	+5.56e+000	53	+8.73e+000	84	+2.79e-010	0	+4.99e+006	32
Modo: 3	+3.19e+000	31	+1.98e-002	0	+9.00e-009	0	+7.19e+006	45
Progressiva	+8.75e+000	84	+8.75e+000	84	+9.28e-009	0	+1.22e+007	77
Modo: 4	+4.84e-003	0	+7.34e-002	1	+1.70e-006	0	+2.46e+004	0
Progressiva	+8.76e+000	84	+8.82e+000	85	+1.71e-006	0	+1.22e+007	77
Modo: 5	+1.78e-008	0	+6.26e-008	0	+5.50e-006	0	+3.36e-001	0
Progressiva	+8.76e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.22e+007	77
Modo: 6	+4.02e-002	0	+6.98e-005	0	+2.91e-011	0	+1.84e+005	1
Progressiva	+8.80e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.24e+007	78
Modo: 7	+1.49e-002	0	+2.82e-004	0	+1.81e-009	0	+3.39e+005	2
Progressiva	+8.81e+000	85	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.27e+007	80

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: +EY**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.134e+001	3.397e+000	2.944e-001	0.000e+000
2	2.761e+001	4.394e+000	2.276e-001	4.514e-025
3	3.623e+001	5.766e+000	1.734e-001	2.084e-024
4	3.935e+001	6.262e+000	1.597e-001	5.096e-020
5	4.101e+001	6.528e+000	1.532e-001	4.094e-016
6	4.283e+001	6.817e+000	1.467e-001	4.051e-015
7	4.404e+001	7.009e+000	1.427e-001	4.318e-013

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	-4.186e-004	-2.957e+000
2	-2.348e+000	6.254e-004
3	1.784e+000	1.306e-003

Modo	Direz.X	Direz.Y
4	1.006e-002	-2.797e-001
5	7.311e-005	-2.622e-004
6	-2.686e-001	1.993e-003
7	1.916e-001	2.805e-003

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+1.75e-007	0	+8.74e+000	84	+4.36e-011	0	+9.39e-001	0
Progressiva	+1.75e-007	0	+8.74e+000	84	+4.36e-011	0	+9.39e-001	0
Modo: 2	+5.51e+000	53	+3.91e-007	0	+2.59e-012	0	+5.76e+006	37
Progressiva	+5.51e+000	53	+8.74e+000	84	+4.62e-011	0	+5.76e+006	37
Modo: 3	+3.18e+000	31	+1.71e-006	0	+5.28e-010	0	+6.16e+006	39
Progressiva	+8.70e+000	83	+8.74e+000	84	+5.75e-010	0	+1.19e+007	76
Modo: 4	+1.01e-004	0	+7.82e-002	1	+1.71e-006	0	+6.46e+002	0
Progressiva	+8.70e+000	83	+8.82e+000	85	+1.72e-006	0	+1.19e+007	76
Modo: 5	+5.34e-009	0	+6.88e-008	0	+5.50e-006	0	+1.54e-001	0
Progressiva	+8.70e+000	83	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.19e+007	76
Modo: 6	+7.22e-002	1	+3.97e-006	0	+1.46e-010	0	+2.42e+005	2
Progressiva	+8.77e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.22e+007	77
Modo: 7	+3.67e-002	0	+7.87e-006	0	+9.13e-010	0	+4.42e+005	3
Progressiva	+8.81e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.26e+007	80

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

TRASLAZIONE CENTRO DELLE MASSE: -EY

FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE

Numero	Pulsazione	Frequenza	Periodo	Precisione
1	2.134e+001	3.397e+000	2.944e-001	0.000e+000
2	2.924e+001	4.654e+000	2.149e-001	1.310e-024
3	3.437e+001	5.470e+000	1.828e-001	1.547e-025
4	3.935e+001	6.262e+000	1.597e-001	3.162e-020
5	4.101e+001	6.528e+000	1.532e-001	2.736e-016
6	4.256e+001	6.773e+000	1.476e-001	7.773e-016
7	4.395e+001	6.995e+000	1.430e-001	1.205e-013

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

Modo	Direz.X	Direz.Y
1	2.264e-004	2.957e+000
2	2.363e+000	-4.613e-004
3	-1.790e+000	-7.047e-004
4	-4.682e-003	2.797e-001
5	1.506e-005	-2.621e-004
6	-1.478e-001	6.795e-004
7	-7.399e-002	-3.257e-003

**MASSA ECCITATA
PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00**

Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%

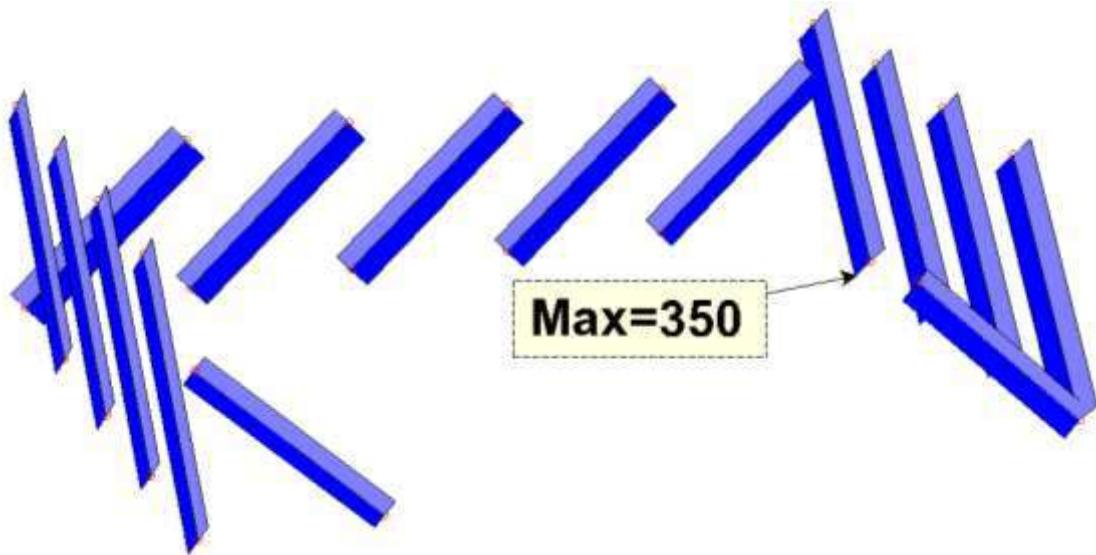
Modo	Direz.X	%	Direz.Y	%	Direz.Z	%	Rotaz.Z	%
Modo: 1	+5.13e-008	0	+8.74e+000	84	+4.36e-011	0	+7.03e-001	0
Progressiva	+5.13e-008	0	+8.74e+000	84	+4.36e-011	0	+7.03e-001	0
Modo: 2	+5.58e+000	54	+2.13e-007	0	+3.23e-012	0	+3.88e+006	25
Progressiva	+5.58e+000	54	+8.74e+000	84	+4.68e-011	0	+3.88e+006	25
Modo: 3	+3.20e+000	31	+4.97e-007	0	+2.96e-010	0	+8.43e+006	53
Progressiva	+8.79e+000	84	+8.74e+000	84	+3.43e-010	0	+1.23e+007	78
Modo: 4	+2.19e-005	0	+7.82e-002	1	+1.71e-006	0	+4.52e+002	0
Progressiva	+8.79e+000	84	+8.82e+000	85	+1.72e-006	0	+1.23e+007	78
Modo: 5	+2.27e-010	0	+6.87e-008	0	+5.50e-006	0	+1.32e-001	0
Progressiva	+8.79e+000	84	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.23e+007	78
Modo: 6	+2.19e-002	0	+4.62e-007	0	+6.27e-011	0	+1.23e+005	1
Progressiva	+8.81e+000	85	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.24e+007	79
Modo: 7	+5.47e-003	0	+1.06e-005	0	+1.03e-009	0	+2.76e+005	2
Progressiva	+8.82e+000	85	+8.82e+000	85	+7.22e-006	0	+1.27e+007	81

MASSA TOTALE ECCITABILE

Direzione X	Direzione Y	Direzione Z	Rotazione Z
+1.04e+001	+1.04e+001	+7.67e+000	+1.58e+007

10.8 PRIME VERIFICHE E CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI DELL'ANALISI

Per prima cosa, si ricavano le sollecitazioni sui puntini di muratura modellati:

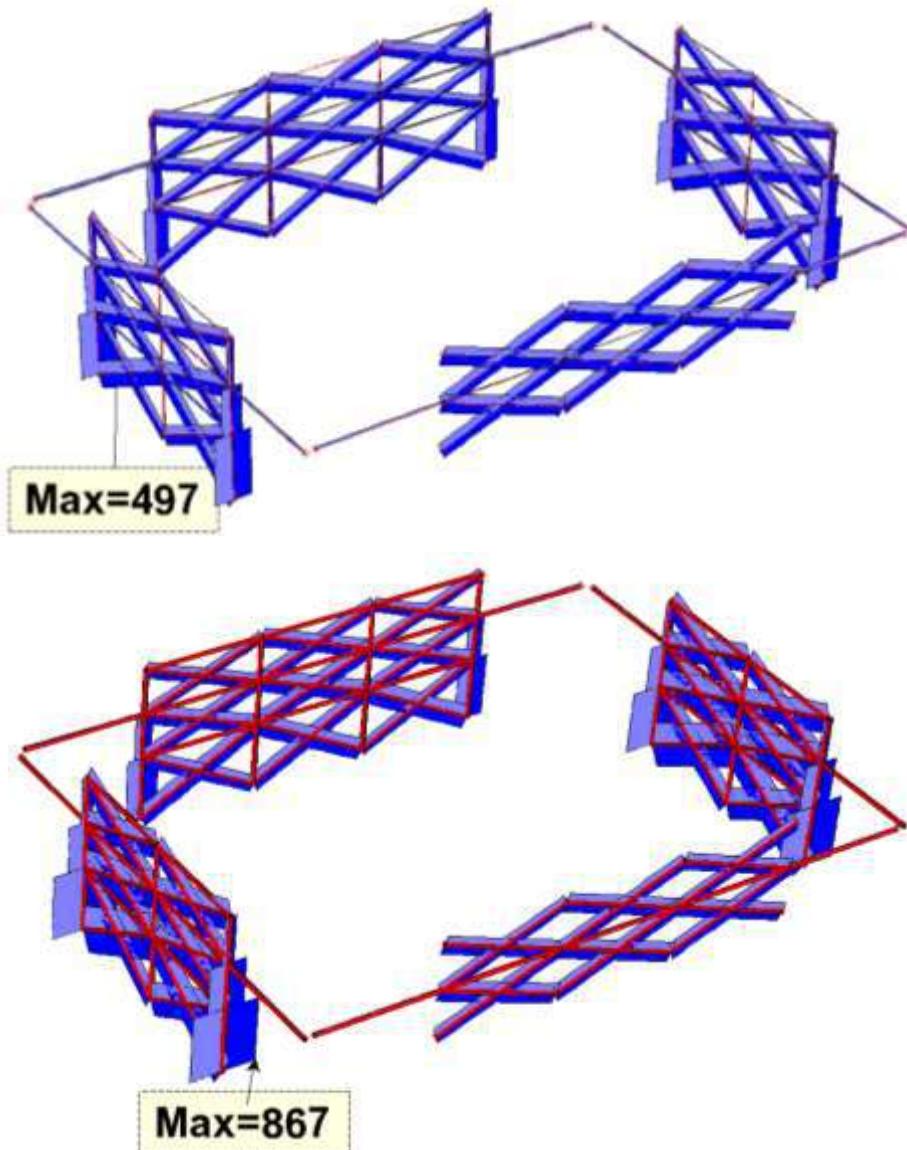


Sforzo normale sulle bielle di muratura

Essendo stata modellata una sola biella al posto della crociera, e vista la simmetria del sistema, si considera che quando la biella risulta in trazione, in realtà stia agendo la biella simmetrica in compressione che non è stata modellata.

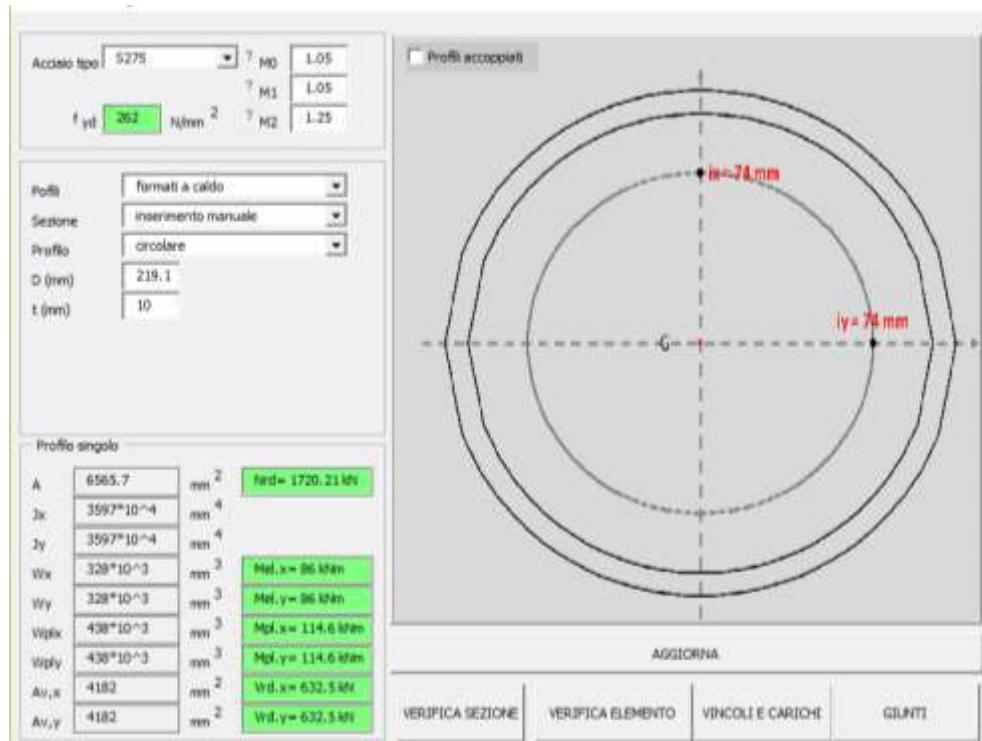
Si vede che l'azione massima di compressione sul puntone, è $N_{Ed} = 350\text{kN}$, a fronte di una sezione equivalente di $25 \times 80 \text{ cm}$, e quindi un carico ultimo di $N_{Rd} = f_d * 800 * 250 = 816 \text{ kN} > N_{Ed}$. Appare evidente, quindi, che considerare la presenza della muratura come meccanismo resistente è tutt'altro che ingiustificato, soprattutto per gli effetti che ciò può causare sullo stato di sollecitazione dei pilatri.

Come è lecito aspettarsi, le sollecitazioni sui controventi metallici sono inferiori per il modello in cui sono stati considerati i puntoni in muratura:



Sforzo normale sui controventi in acciaio nel modello con puntoni di muratura e nel modello senza puntoni

La condizione peggiore per la controventatura in acciaio si ha, come logico, per il modello senza i puntoni di muratura:



Verifica sezione: inserimento manuale circolare

SOLLECITAZIONI DI CALCOLO (Sd)

input manuale	SLU	<input type="checkbox"/> SLE	?
Nsd (kN)	867		
Msd1,x (kNm)	0		
Msdc,x (kNm)	0		
Msd2,x (kNm)	0		
Msd1,y (kNm)	0		
Msdc,y (kNm)	0		
Msd1,y (kNm)	0		
Vsd,max,x (kN)	0		
Vsd,max,y (kN)	0		

Metodo di classificazione: normale

$\varepsilon = 0.92$

CLASSIFICAZIONE parti compresse

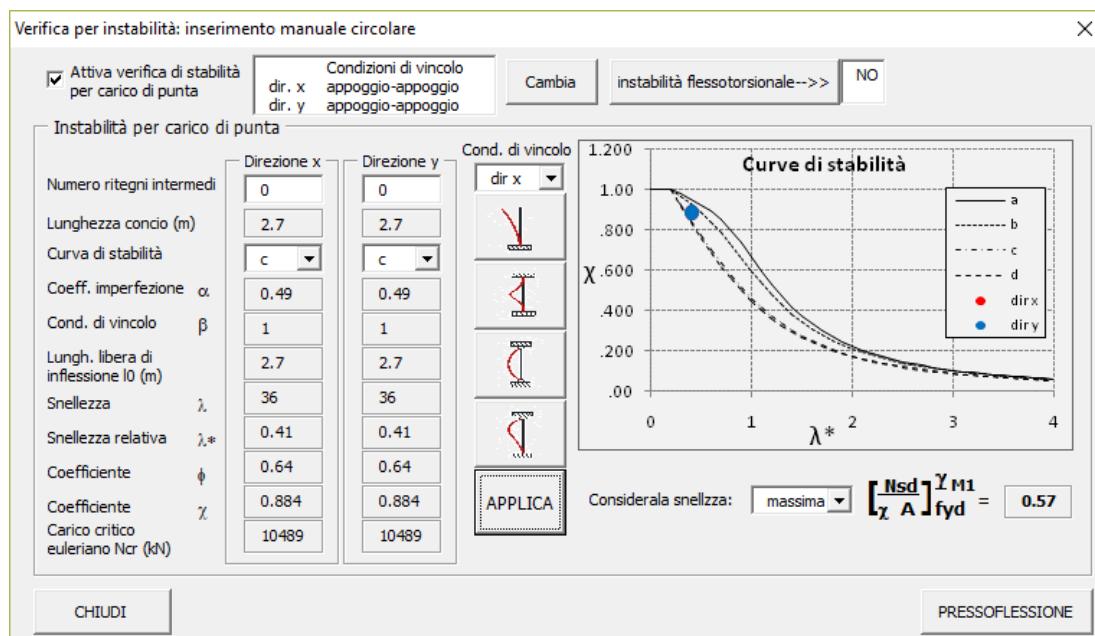
CLASSE DEL PROFILO: $D/t = 219/10 = 21.91 < 50$
 $\Rightarrow \varepsilon^2 \rightarrow$ classe 1

SOLLECITAZIONI RESISTENTI (Rd) - VERIFICHE SLU

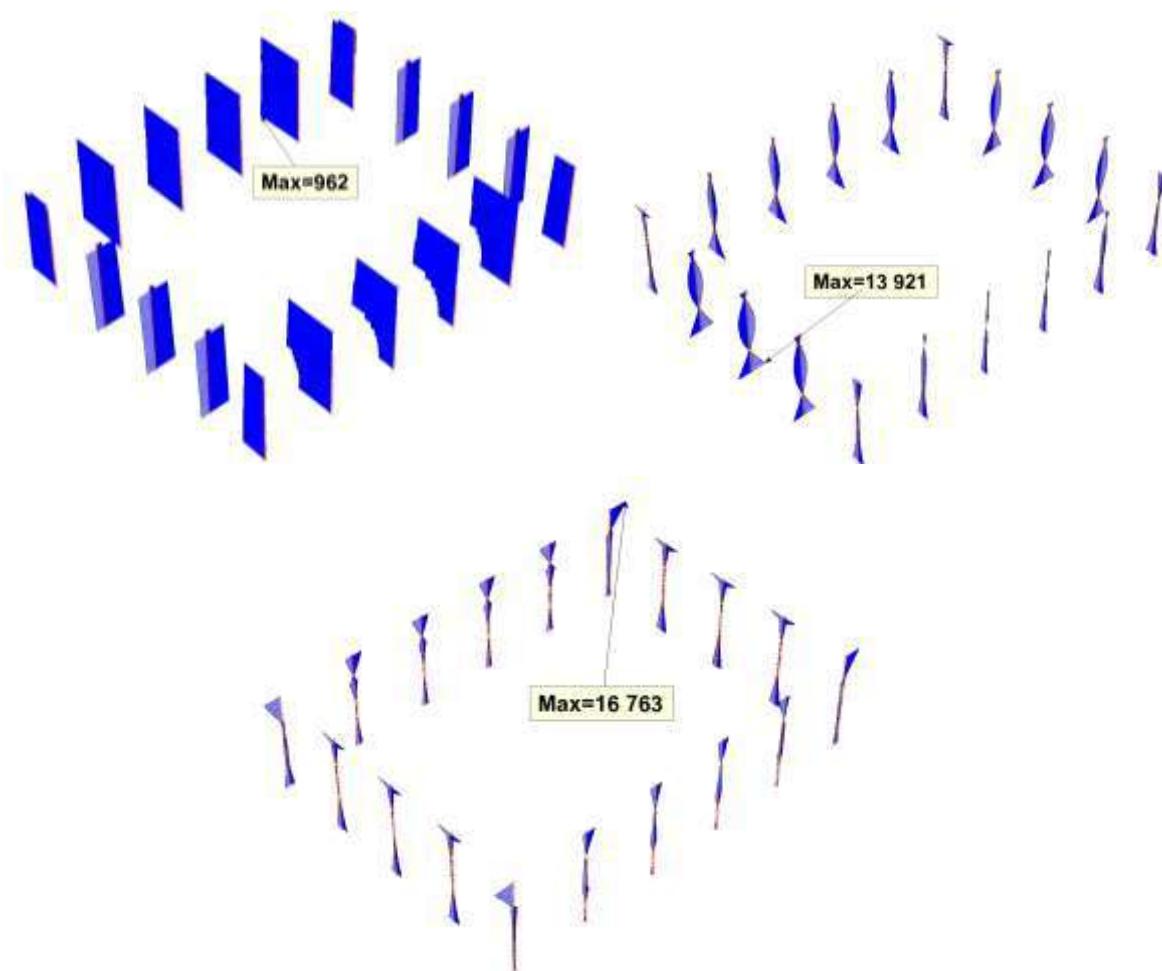
COMBINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI: Pds INDIPENDENTI

profilo singolo	stato limite plastico	?
Nrd (kN)	1720.2	TASSI DI LAVORO
Mpl,x (kNm)	114.6	$\frac{Nsd}{Nrd} = 0.5 < 1$
Mpl,y (kNm)	114.6	$\frac{Msd,x}{Mpl,x} = - < 1$
Vrd,x (kN)	632.5	$\frac{Msd,y}{Mpl,y} = - < 1$
Vrd,y (kN)	632.5	$\frac{Vsd,x}{Vrd,x} = - < 1$
		$\frac{Vsd,y}{Vrd,y} = - < 1$
		APPLICA

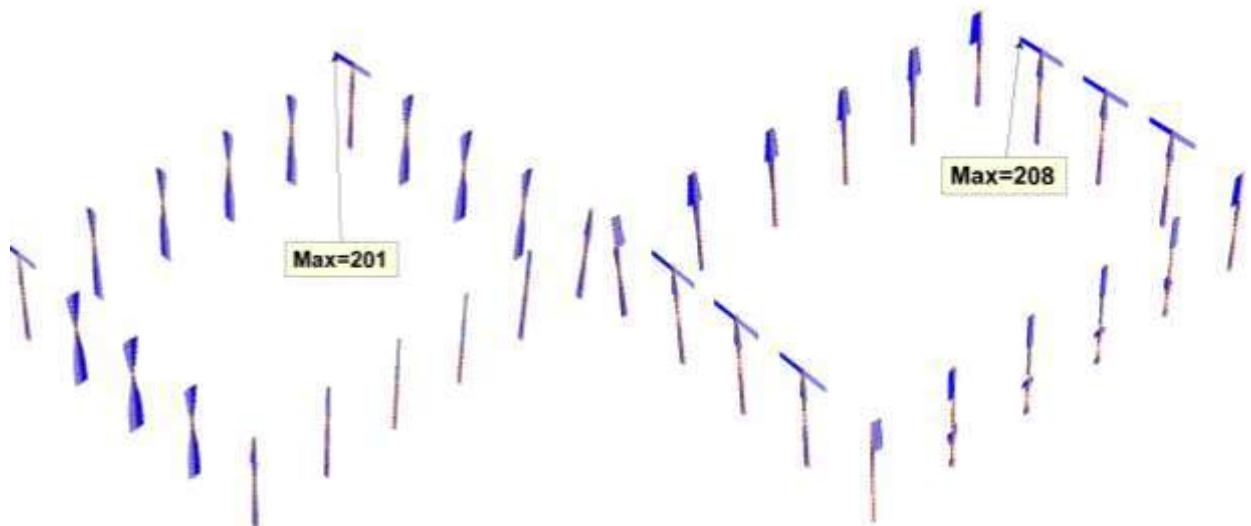
CHIUDI



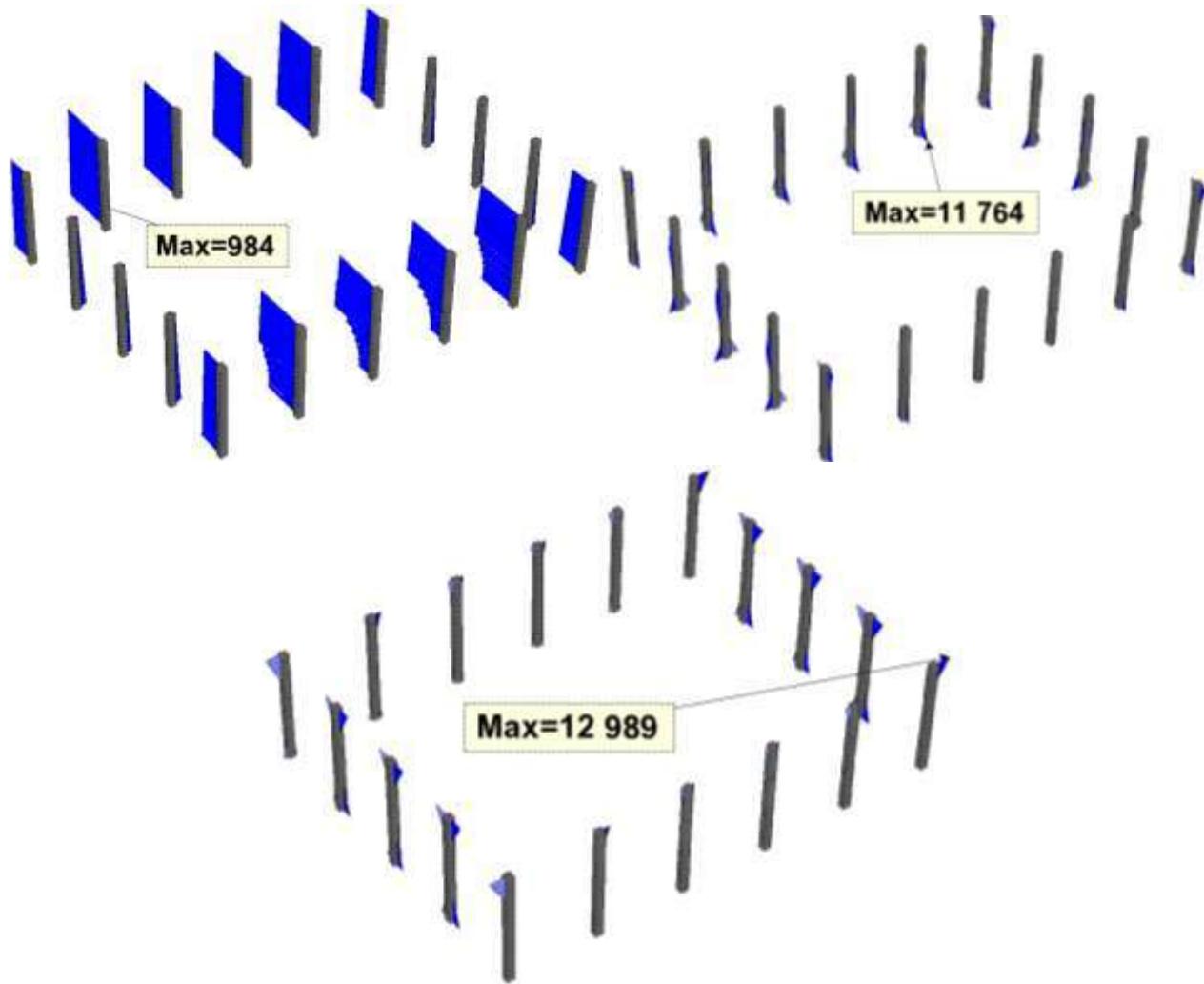
Per quanto concerne i pilastri esistenti in ca, di seguito si riportano le schermate degli inviluppi delle sollecitazioni per entrambi i modelli



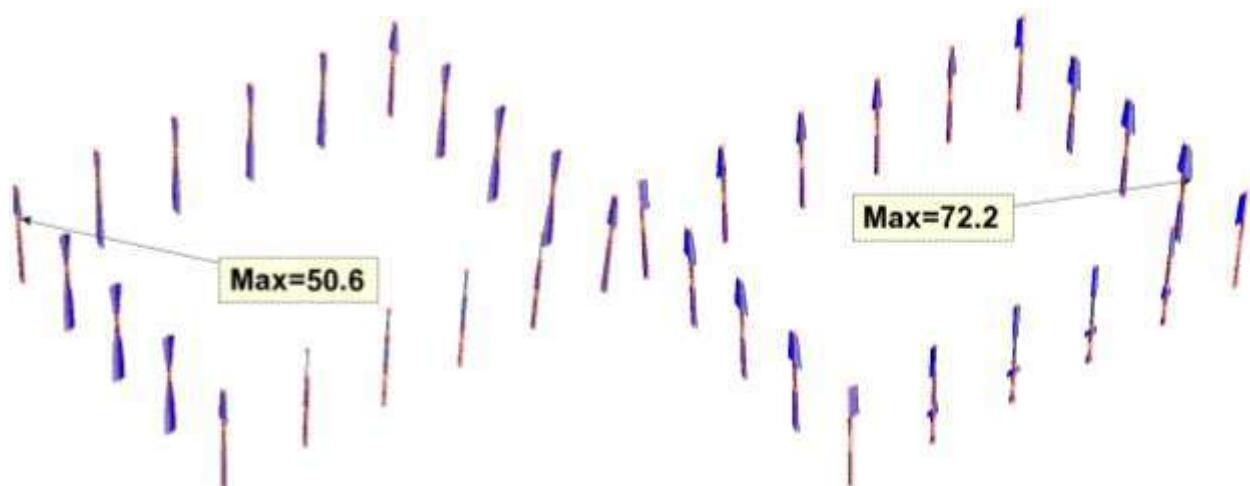
Modello con puntoni di muratura: Pilastri, sforzo normale, momenti Mz, My



Modello con puntoni di muratura: Pilastri, taglio Vx, Vy



Modello senza puntoni di muratura: Pilastri, sforzo normale, momenti Mz, My



Modello senza puntoni di muratura: Pilastri, taglio Vx, Vy

Si vede che la presenza dei puntoni induce sui pilastri, oltre che degli sforzi di trazione, anche dei picchi di momento e soprattutto di taglio. Al contrario il massimo sforzo normale sui pilastri è sostanzialmente coincidente tra i due modelli, come il momento fuori piano.

A riprova di ciò, dalle calcolazioni effettuate, sono stati ricavati gli indici delle sezioni dei pilastri per i due modelli:

G_4RC v.41.0

EC2 - DM08 TIPO ELEMENTO pilastro

pilastro50x50 γ NUOVO

MATERIALI >> fcd = 44.6 N/mm²
fyd = 373.3 N/mm²
n = 5.4

B = 500 mm GEOMETRIA
H = 500 mm STATO I
STATO II
STATO III
TAGLIO
TORSIONE

Zona sismica APPLICA GEOMETRIA

ARMATURA LONGITUDINALE

Armatura diffusa

	φ	dir	pos (mm)	int (mm)	n	area (mm ²)	passo (mm)
diff1	20	y	460	0	4	314	140
diff2	20	y	40	0	4	314	140
diff3	16	y	250	0	2	201	420

COPRIFERRO (mm)

Armatura concentrata

φ	A	x	y	inf	sup	OK	arm. diffusa
0	0	50	50	40	40		
0	0	50	350				
0	0	200	50	40	40		

STAFFE

2	8	α	90	?
p	150	mm		

FERRI PIEGATI

0	12	α	45	?
p	250	mm		

caso generale APPLICA ARMATURA CALCOLA Mrd

CHIUDI [N;Mx] [N;My] [Mx;My] [N;Tx] [N;Ty] [M;c] sollecitazioni e verifiche >>

Di seguito, per sintesi si riportano gli indici di resistenza minimi:

Modello con puntoni di muratura:

Indice di resistenza minimo a pressoflessione:

Ned (kN)	Med,z (kNm)	Med,y (kNm)	Mrd,z (kNm)	Mrd,y (kNm)	IR
32.8	-138.6	24.5	-232.8	232.7	1.68

Indice di resistenza minimo a Taglio:

Ned (kN)	Ved,x (kN)	Ved,y (kN)	Vrd,x (kN)	Vrd,y (kN)	IR
164.0	23.5	14.7	90.2	90.2	3.84

Modello senza puntoni di muratura:

Indice di resistenza minimo a pressoflessione:

Ned (kN)	Med,z (kNm)	Med,y (kNm)	Mrd,z (kNm)	Mrd,y (kNm)	IR
-109.2	-103.1	48.5	-263.7	263.0	2.56

Indice di resistenza minimo a Taglio:

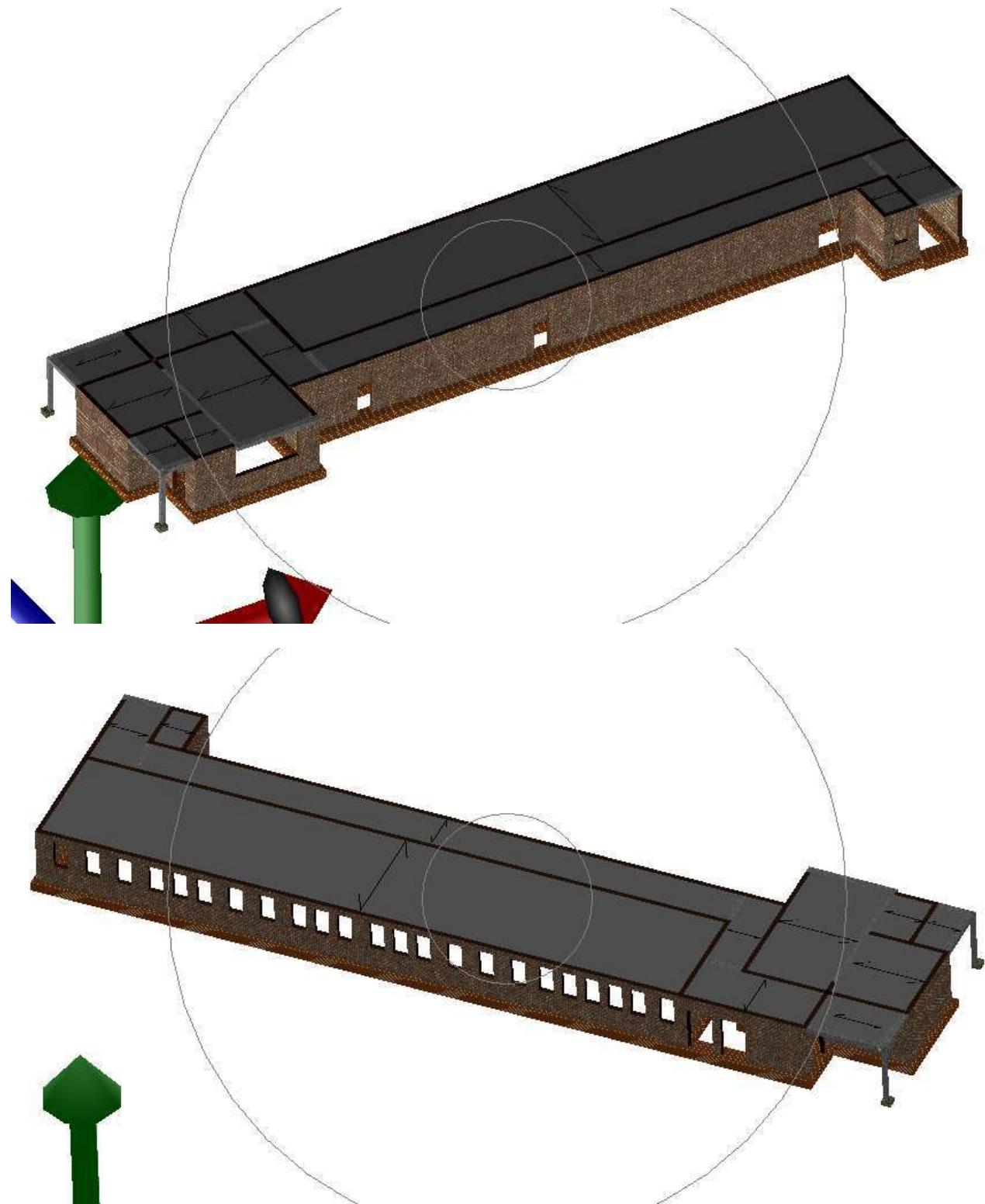
Ned (kN)	Ved,x (kN)	Ved,y (kN)	Vrd,x (kN)	Vrd,y (kN)	IR
-69.7	-9.1	-72.1	256.2	257.6	3.57

Dai risultati ottenuti si evince che la modellazione dei puntoni di muratura costituisce una condizione peggiorativa dei risultati delle verifiche lato pilastri, che comunque risultano soddisfatte.

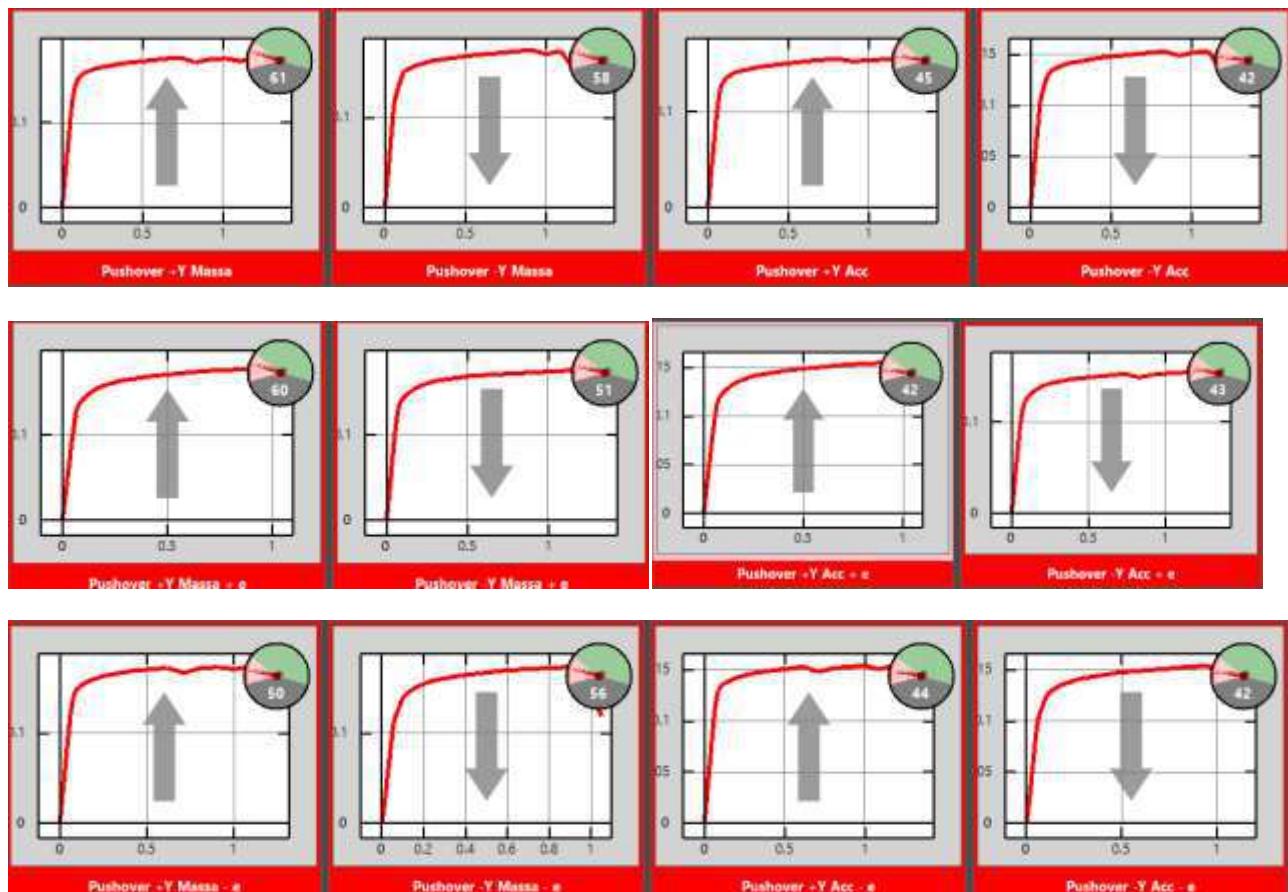
11 SPOGLIATORI

11.1 STATO DI FATTO

Come indicato in precedenza il complesso spogliatoi è una struttura muraria molto allungata su un solo livello fuori terra.

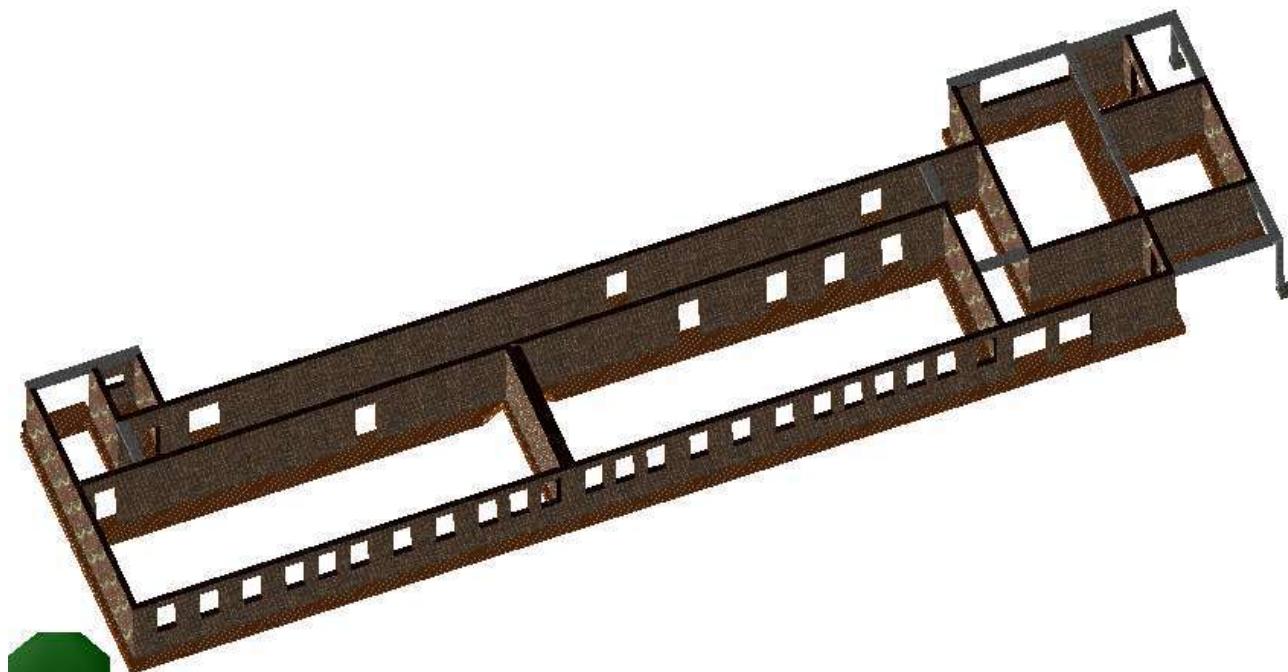


I risultati dello studio di vulnerabilità sono migliori rispetto al corpo aule

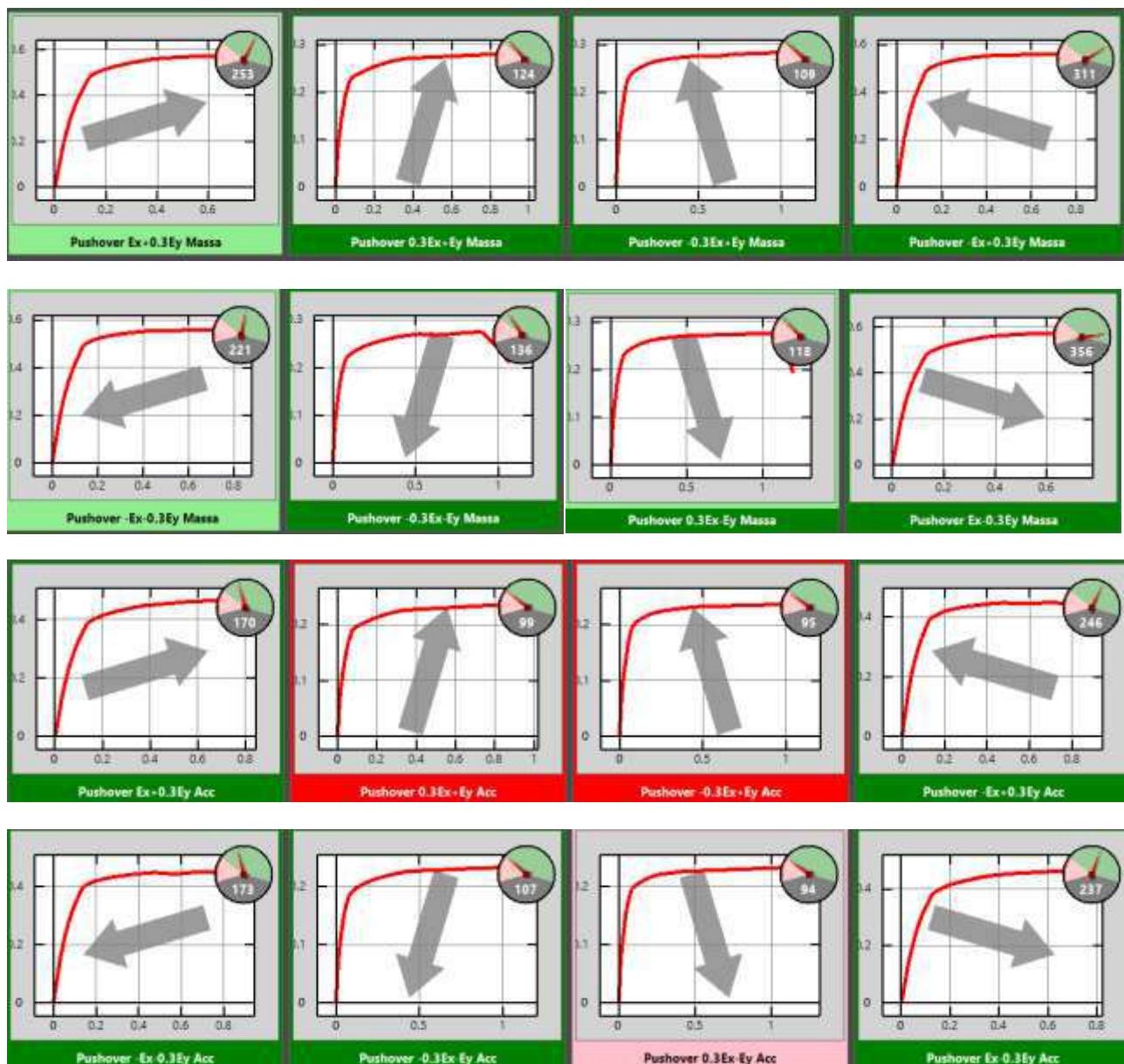


11.2 ADEGUAMENTO

Le opere di adeguamento sismico prevedono la realizzazione di un setto interno di spessore



I risultati sono molto soddisfacenti e consentono il raggiungimento dell'adeguamento sismico.



Alle fasi esecutive si rinviano i calcoli esecutivi e tecnici

Pordenone, 09.08.2018

Il tecnico: Ing. T. Altinier

