



COMUNE DI SEGUSINO

PROVINCIA DI TREVISO

**MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLA SCUOLA ELEMENTARE
"A. CANOVA" DI SEGUSINO**

1° STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

Allegato		Relazione di calcolo delle strutture				
C						
Sigla 107_EleSEG		file All. C	data 06.02.2019	redatto BG	verificato GNZ	
REV	DATA	DESCRIZIONE				
Ing. Ugo GANZ STUDIO DI INGEGNERIA				PIEVE DI SOLIGO - Via G. Schiratti n. 49/1 tel. 0438-841998 fax 0438-837343 e-mail info@studioganz.com		

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Segusino ha affidato al sottoscritto ing. Ugo GANZ l'incarico di predisporre il progetto esecutivo del primo stralcio delle strutture dei lavori di "MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A.CANOVA" DI SEGUSINO" in conformità all'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i. e delle N.T.C. di cui al D.M. 17.01.2018.

Per lo svolgimento dell'incarico è stata condotta un'indagine presso gli archivi comunali ma è stato possibile recuperare solo la documentazione grafica originale del progetto architettonico dell'ampliamento del 1979, della costruzione del vano ascensori del 1997 e del progetto di adeguamento del 2009. Si è quindi proceduto ad un rilievo del complesso che ha consentito di raggiungere un adeguato livello di conoscenza delle strutture completato dalle prove sui materiali e dalle rilevazioni effettuate "in situ".

2. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO

La scuola elementare di Segusino è un complesso scolastico costituito da due blocchi isolati da altri edifici e staticamente indipendenti tra loro. La configurazione attuale dell'edificio principale è il risultato di una serie di ampliamenti di quello originario edificato negli anni 50. Il blocco attiguo, destinato a mensa e sala polifunzionale, è stato completato nel 2010 ed è stato realizzato secondo le Norme tecniche delle costruzioni di cui al D.M. 14.1.08 per cui non è oggetto della presente verifica.



Foto 1: Scuola Elementare di Segusino – ingresso e prospetto sud-est

La costruzione principale risulta edificata intorno al 1950 anche se non è stato possibile reperire i progetti originari. Successivamente vi fu un primo ampliamento per realizzare le aule ad ovest a cui seguì un secondo ampliamento con la realizzazione di due nuove aule a nord dell'edificio progettato dall'ing. Francesco Collavo nel 1979-1980 e collaudato dall'ing. Guido Savoini.

Nel 1997 è stato realizzato il vano ascensori in c.a., strutturalmente indipendente dalle strutture esistenti, ed una scala esterna antincendio in acciaio. Infine nel 2009 sono state apportate alcune modifiche nelle pareti interne, con regolarizzazione delle aperture, l'inserimento di architravi e l'ispessimento di alcuni setti, sono state rimosse le tavelle in cotto dell'atrio al primo piano con la realizzazione di un nuovo controsoffitto in cartongesso al di sotto della copertura ed è stata smontata e rifatta la scala esterna antincendio.

Il corpo principale dell'edificio ha pianta poligonale delle dimensioni massime di 27,90 x 28,10 m riconducibili ad un corpo rettangolare di dimensioni pari a 20,40 x 18,65 con uno sporto a est-nord di dimensione pari a 7,5 x 7,5 ed uno sporto a nord-ovest di dimensioni massime pari a 9,95 x 9,45 m.

Il fabbricato si sviluppa su due piani fuori terra che presentano entrambi un atrio centrale con le aule principali sul lato sud, sul lato ovest tramite un disbrigo e sull'angolo nord-est, una scala a nord-est ed un corridoio a nord-ovest per raggiungere le aule e i bagni del primo ampliamento. Presso le scale vi è la presenza di un piccolo interrato ad uso magazzino di dimensioni circa 6,60 x 3 m.

L'altezza interna del piano terra è di circa 3,11 m – 3,26 m e del primo piano di circa 3,23 m - 3,31 m.

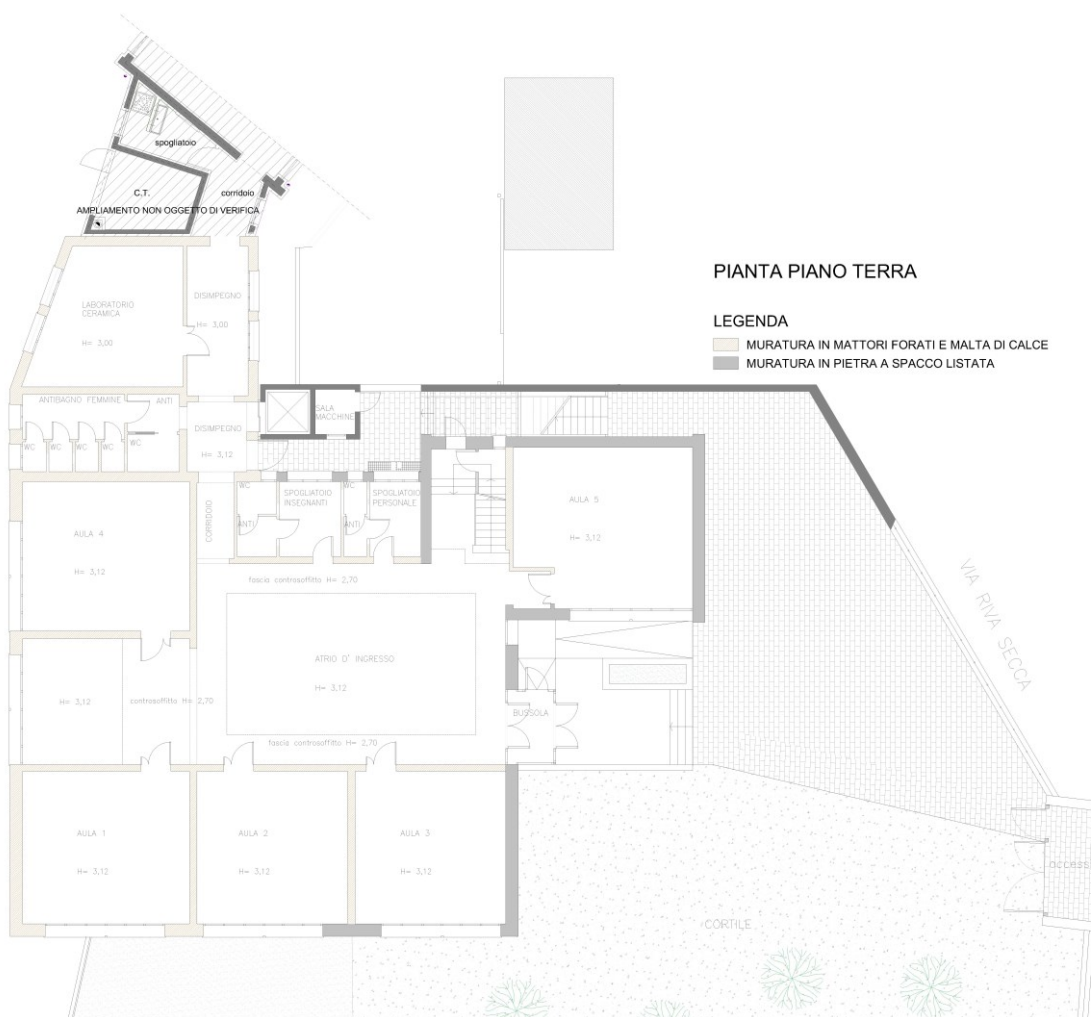


Fig. 1: Pianta piano terra della Scuola Elementare di Segusino



Fig. 2: Pianta primo piano della Scuola Elementare di Segusino

La costruzione fuori terra è realizzata con muratura portante in pietra a spacco listata, di buona tessitura dello spessore di circa 25 cm per le pareti perimetrali a nord, sud ed est; con muratura portante in mattoni forati e malta di calce dello spessore di circa 30 cm per le pareti perimetrali ad ovest degli ampliamenti; con muratura in mattoni forati e malta di calce dello spessore di circa 25 cm per le pareti portanti interne. Le tramezze divisorie sono realizzate in laterizio o in cartongesso e non hanno funzione portante.



Foto 2: Scuola Elementare di Segusino – Prospetto sud-ovest

I solai di calpestio sono realizzati in laterocemento di spessore pari a 24 cm.

I solai di copertura del corpo principale sono realizzati con un controsoffitto con travetti e tabelle in cotto di spessore circa 20 cm ed un solaio portante inclinato in laterocemento di spessore pari a 24 cm e sovrastante manto in coppi. Con l'intervento del 2009 sono state rimosse le tabelle dell'atrio superiore e sono state sostituite da un controsoffitto in cartongesso.

Il solaio di copertura dell'ampliamento a nord-ovest è realizzato in laterocemento piano di spessore pari a 24 cm con sovrastanti tavelloni e paretine.

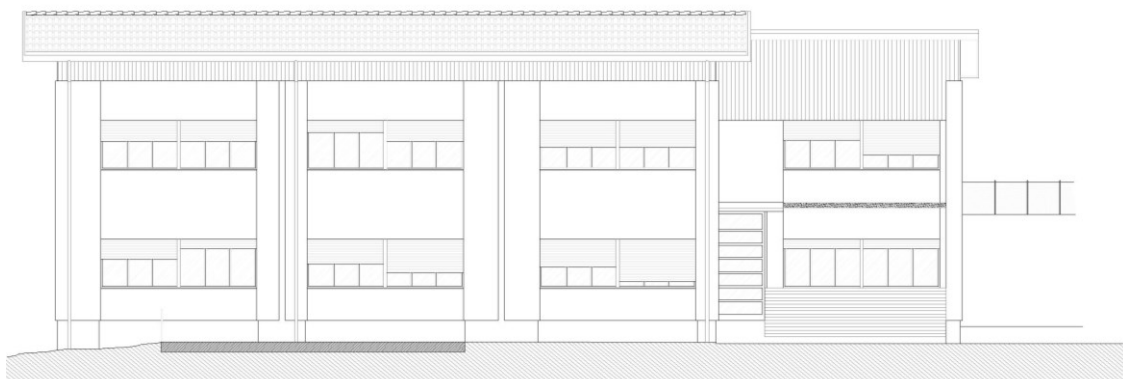


Fig. 3: Prospetto sud-ovest della Scuola Elementare di Segusino



Fig. 4: Prospetto sud-est della Scuola Elementare di Segusino



Fig. 5: Prospetto nord-est della Scuola Elementare di Segusino

COMUNE DI SEGUSINO
PROVINCIA DI TREVISO
PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO
PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO
RELAZIONE DI CALCOLO



Fig. 6: Prospetto nord-ovest della Scuola Elementare di Segusino



Foto 3: Scuola Elementare di Segusino – Angolo sud



Foto 4 e 5: Scuola Elementare di Segusino – salone piano terra

3. CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Note geomorfologiche

Il terreno su cui insiste il complesso è situato in prossimità del centro di Segusino.

La sede scolastica si trova inserita all'interno della scarpata che segna il limite del terrazzo quaternario di Riva Secca sulla sinistra idrografica del Piave. Esso si configura come una importante scarpata parzialmente alterata dall'intervento antropico per la viabilità e per il sedime del complesso scolastico in oggetto. Si tratta di un terreno all'interno di una vale longitudinale che separa le colline del Trevigiano Orientale dai rilievi prealpini della dorsale Visentin-Pianezze. L'assetto morfologico è impostato sulla presenza di un fondovalle pianeggiante formato da un unico piano interrotto solo dall'incisione fluviale a Sud del torrente S. Pietro e dalle falde pedemontane a Nord. La pendenza del piano campagna presenta un modesto gradiente verso est.

Geologia dell'area

Il litotipo affiorante in tutta la zona interessata si è formato da depositi fluvioglaciali del Piave quando, in occasione del disgelo Wurmiano, era disponibile una notevole portata solida e liquida.

Si tratta pertanto di una facies grossolana classificabile come ghiaia e sabbia sciolta, gli elementi hanno un elevato indice di arrotondamento e sono disposti in strutture sedimentologiche di classazione e di stratificazione incrociata.

Una caratteristica di questo livello è la presenza di facies conglomeratiche per la presenza di livelli cementati da CaCO_3 che si possono incontrare a partire da modesta profondità.

Carta dei Suoli

La carta dei suoli della Provincia di Treviso classifica la zona come di passaggio fra l'unità cartografica CRV2 e quella CRP1.

DISTRETTO	SOVRAUNITÀ	UNITÀ DI PAESAGGIO	UNITÀ CARTO GRAFICA	DESCRIZIONE UNITÀ DI PAESAGGIO	SUOLI UC	USDA	WRB	DESCRIZIONE UC
C	C2	C2.2	CRV2	C2.2 - Porzioni medio-apicali dei conoidi, con pendenze comprese tra 5 e 15%, costituiti da ghiaie e sabbie.	suoli Cervano, franchi, ghiaiosi, a pendenza compresa tra 5 e 15%	USDA 2006: Fluventic Eutrucept s loamy-skeletal, mixed, mesic	WRB 2006: Fluvic Cambisols (Calcaric, Skeletic)	Suoli a profilo Ap-Bw-C(B), moderatamente profondi, tessitura da media in superficie a moderatamente grossolana in profondità, con scheletro da frequente in superficie ad abbondante in profondità, fortemente calcarei, estremamente calcarei nel substrato, drenaggio buono, permeabilità moderatamente alta, falda assente.
C	C1	C1.2	CRP1	C1.2 - Porzioni medio-apicali dei conoidi con pendenze comprese tra 2 e 10%, costituiti da ghiaie e sabbie.	suoli Crespano, franchi, ghiaiosi, a pendenza compresa tra 2 e 10%	USDA 2006: Rendollic Eutrucept s loamy-skeletal, mixed, mesic	WRB 2006: Haplic Cambisols (Calcaric, Endoskeletal)	Suoli a profilo Ap-Bw-BC-C, moderatamente profondi, tessitura media, moderatamente grossolana in profondità, con scheletro da frequente in superficie a molto abbondante in profondità, da molto calcarei in superficie a estremamente calcarei in profondità, drenaggio buono, permeabilità moderatamente alta, falda assente.

Tab. 1: Caratteristica dei suoli

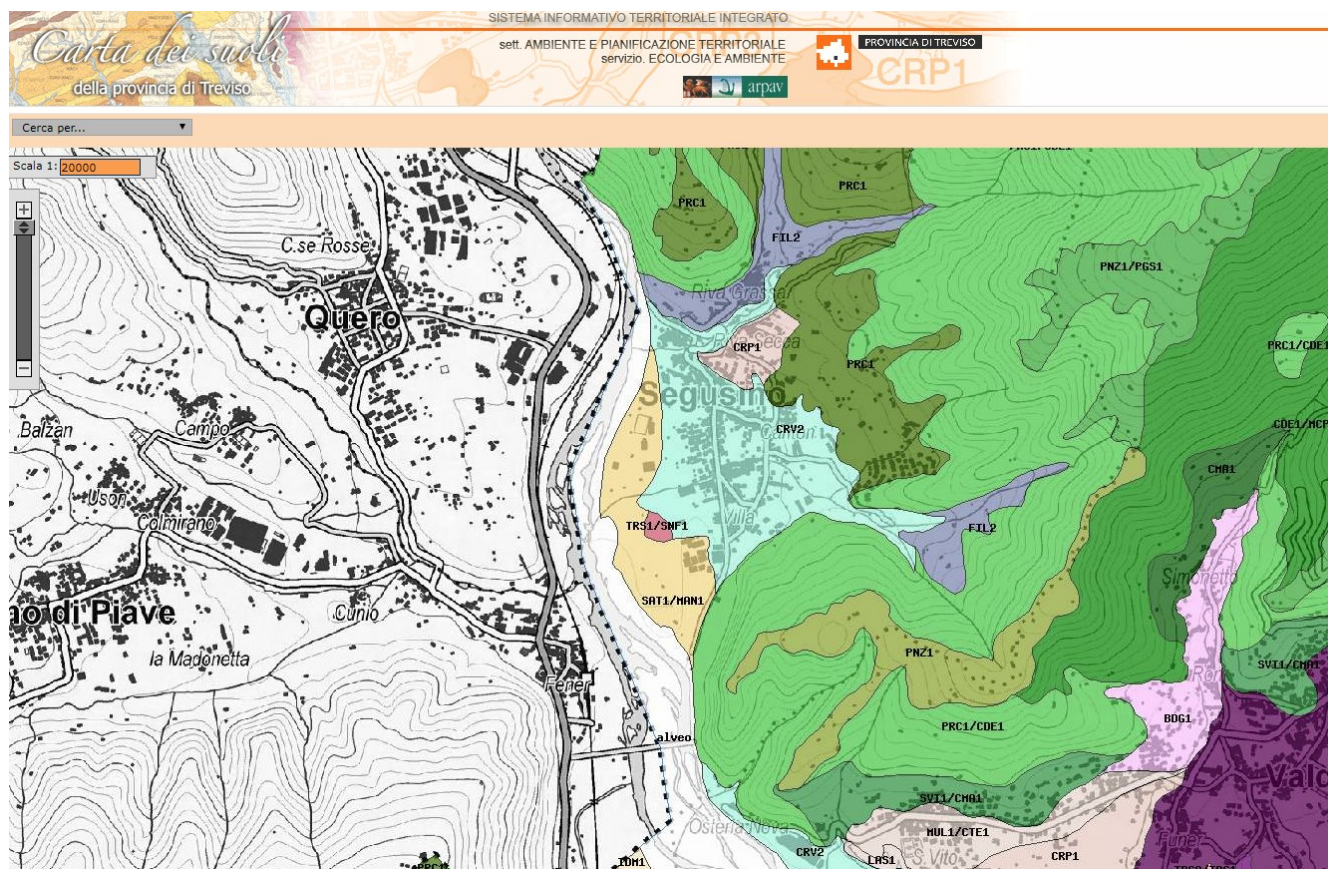


Fig. 7: Estratto carta dei suoli della Provincia di Treviso

Analisi sismica

La prospezione sismica realizzata in occasione dell'ampliamento del 2009 ed effettuata analizzando le modalità di propagazione delle onde di superficie con le tecniche MASW attiva e passiva, ha evidenziato un generale incremento della velocità delle onde di taglio (V_s) con l'aumentare della profondità, salvo una modesta inversione di velocità, limitata sia come spessore sia come variazione del valore di velocità. I risultati conseguiti in modalità attiva sono in buon accordo con quelli ricavati in modalità passiva.

Il profilo attivo evidenzia come, fino alla profondità di 6 m dal p.c., la V_s sia uguale o inferiore a 300 m/s e quindi rappresentativa di terreni poco addensati. Tra -6 m e -15 m la V_s si mantiene su valori prossimi a 400 m/s ed infine a profondità comprese tra 15 (secondo il profilo attivo) e 16,5 m (profilo passivo) si verifica un incremento più significativo della velocità che si attesta tra 540 e 580 m/s. Tale incremento potrebbe essere legato ad un ulteriore addensamento dei materiali o ad una variazione di facies.

Il profilo sismico a rifrazione, ha individuato tre livelli dei quali i primi due si caratterizzano per avere V_p inferiore a 1000 m/s e quindi sono correlabili a terreni da poco a mediamente addensati; il terzo orizzonte, possiede velocità delle onde P compresa tra 1000 e 1600 m/s ed è stato rilevato solo in corrispondenza del settore finale del profilo sismico.

Il modello indica la presenza dei seguenti livelli distinti per composizione e facies sedimentaria:

1 - Terreno rimaneggiato: di composizione sabbio limosa con scheletro alterato e decalcificato, presenta segni di manomissione soprattutto nella zona prossima all'edificio esistente (possibile zona di riporto per la formazione del piazzale).

2 - Livello superiore: livello di sabbie limose e ghiaie con ciottoli diffusi. Complessivamente abbondante la frazione sabbiosa che tende a diminuire con la profondità.

3 - Livello inferiore: formato da materiali ghiaiosi e sabbiosi, la frazione fine diminuisce con la profondità e contemporaneamente aumentano i ciottoli. Il livello è descrivibile come alluvioni del Piave.

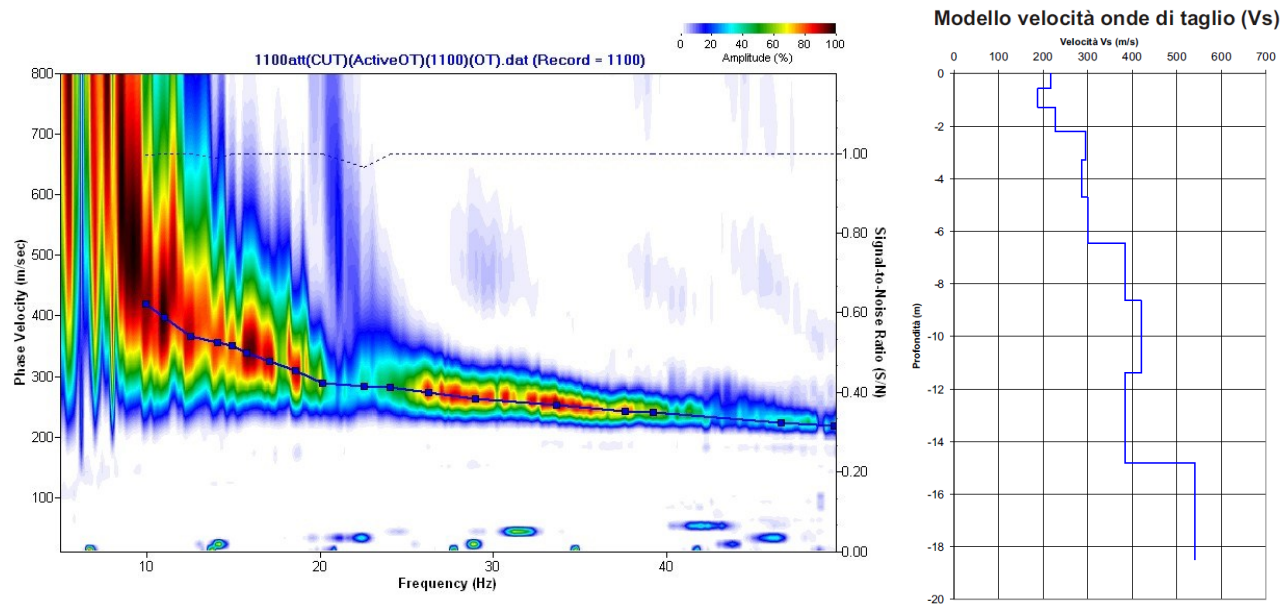


Fig. 8: Analisi con tecnica MASW del primo profilo

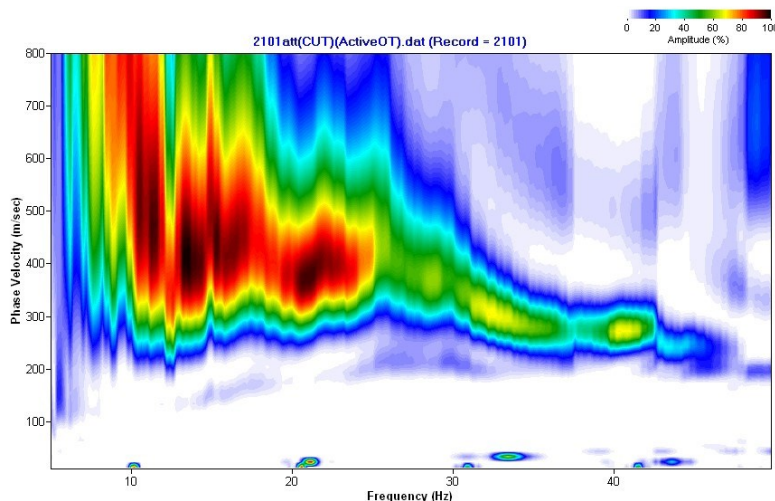


Fig. 9: Analisi con tecnica MASW del secondo profilo

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 e le Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.1.2018 prevedono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A- B- C- D- E) tipologie di suoli oltre a due speciali S1 ed S2, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno V_{s30} .

In osservanza a quanto previsto dalle N.T.C. il suolo di fondazione risulta appartenere alla classe:

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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

PROFILO TOMOGRAFICO SISMICO N° 1

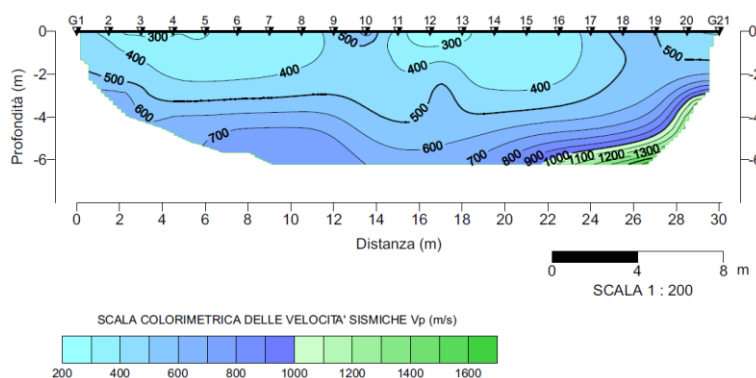


Fig. 10: Profilo tomografico sismico

Capacità portante

La Relazione Geologica a firma del geol. Giuseppe NEGRI, a cui si rinvia, stima un carico unitario ammissibile Q_a dell'ordine di $1,344 \text{ kg/cm}^2$.

Applicando il coefficiente di sicurezza pari a 2,3 al carico unitario limite in presenza di sisma pari a $4,03 \text{ kg/cm}^2$ riportato nella relazione geologica per la combinazione dell'APPROCCIO 2 (A1+M1+R3) del punto 6.4.2.1 delle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008, si ha:

APPROCCIO 2 COMB. (A1+M1+R3) carico limite di progetto $Q_{lim,R2} = 1,75 \text{ daN/cm}^2$

E' stata successivamente condotta un'ulteriore campagna di sondaggi per valutare l'aumento di capacità portante dovuta alle realizzazioni di opere di rinforzo fondazionale con micropali sui prospetti sud-est, sud-ovest e nord-ovest.

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La zona di Segusino è classificata con **grado sismico 2**.

Fig. 11: Zonazione sismica dell'Italia

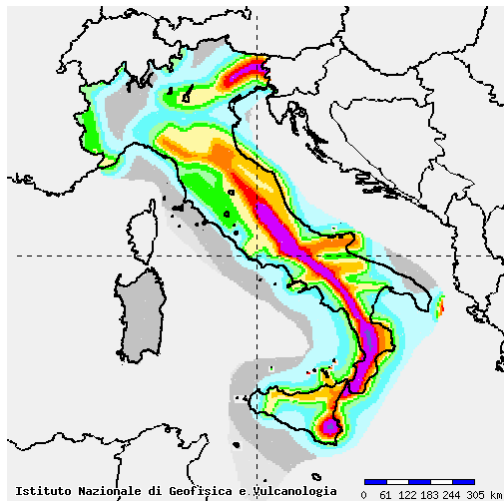
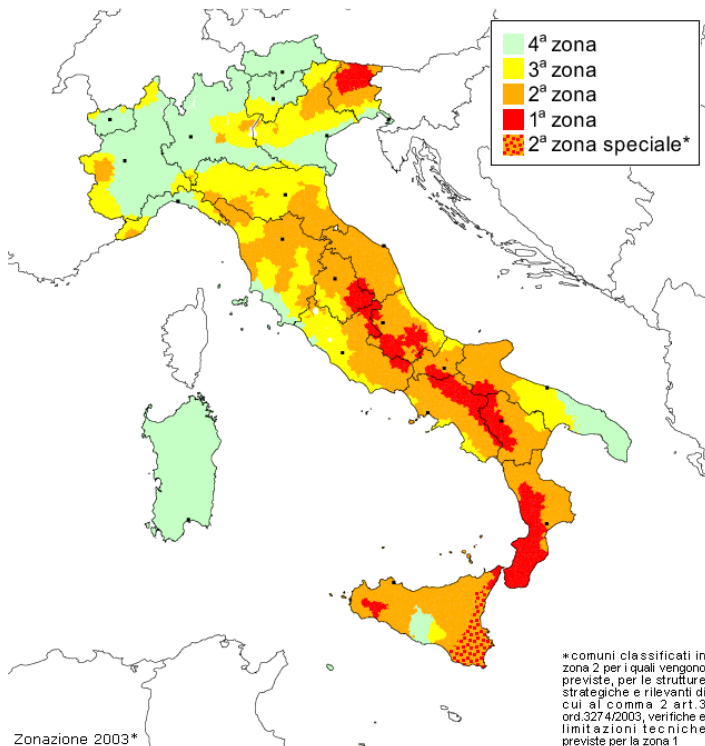


Fig. 12: Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale secondo l'OPCM del 28 aprile 2006 n.3519



La microzonizzazione sismica ai sensi dell'OPCM 3519 del 28.04.2006 permette di ottenere, interpolando i dati forniti dalla mappa di riferimento nazionale presente nel sito dell'INGV, un valore dell'accelerazione pari a 0,25g.

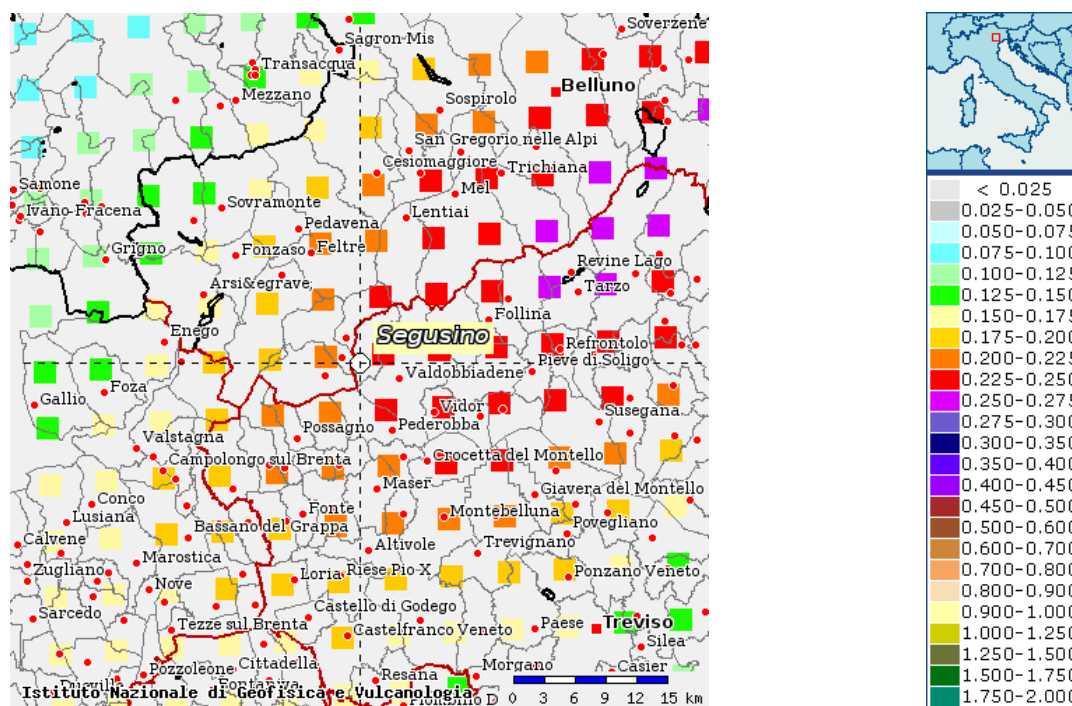


Fig. 13: Mappe di pericolosità sismica locale (lat. 45,92 – long. 11,95) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per SLV

L'individuazione della pericolosità sismica secondo gli allegati A e B delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 permette di ottenere i seguenti dati per un edificio di classe III:

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

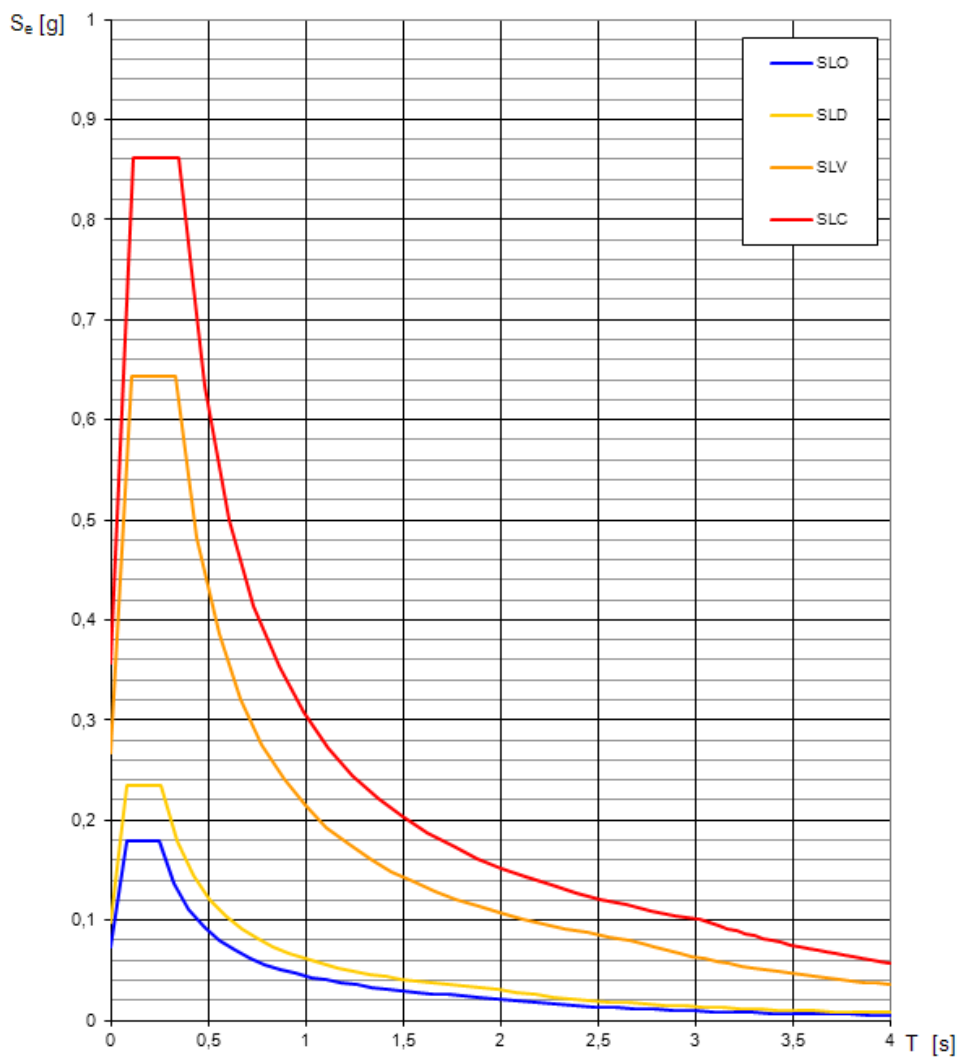


Fig. 14: Spettri di risposta elastici

Con riferimento alla stessa, per il Comune di Segusino valori caratteristici degli spettri sono i seguenti:

CLASSE III							
Stato limite	T_R [s]	a_g	$F_o[-]$	$T^*_c[s]$	C_c	S_s	$Pga (a_g/g*S)$
SLO	45	0.072	2.47	0.25	1.50	1.67	0.130
SLD	75	0.096	2.42	0.26	1.50	1.64	0.173
SLV	712	0.266	2.41	0.33	1.32	1.51	0.420
SLC	1462	0.355	2.41	0.35	1.19	1.48	0.505

Tab. 2: Valori caratteristici dello spettro dell'area

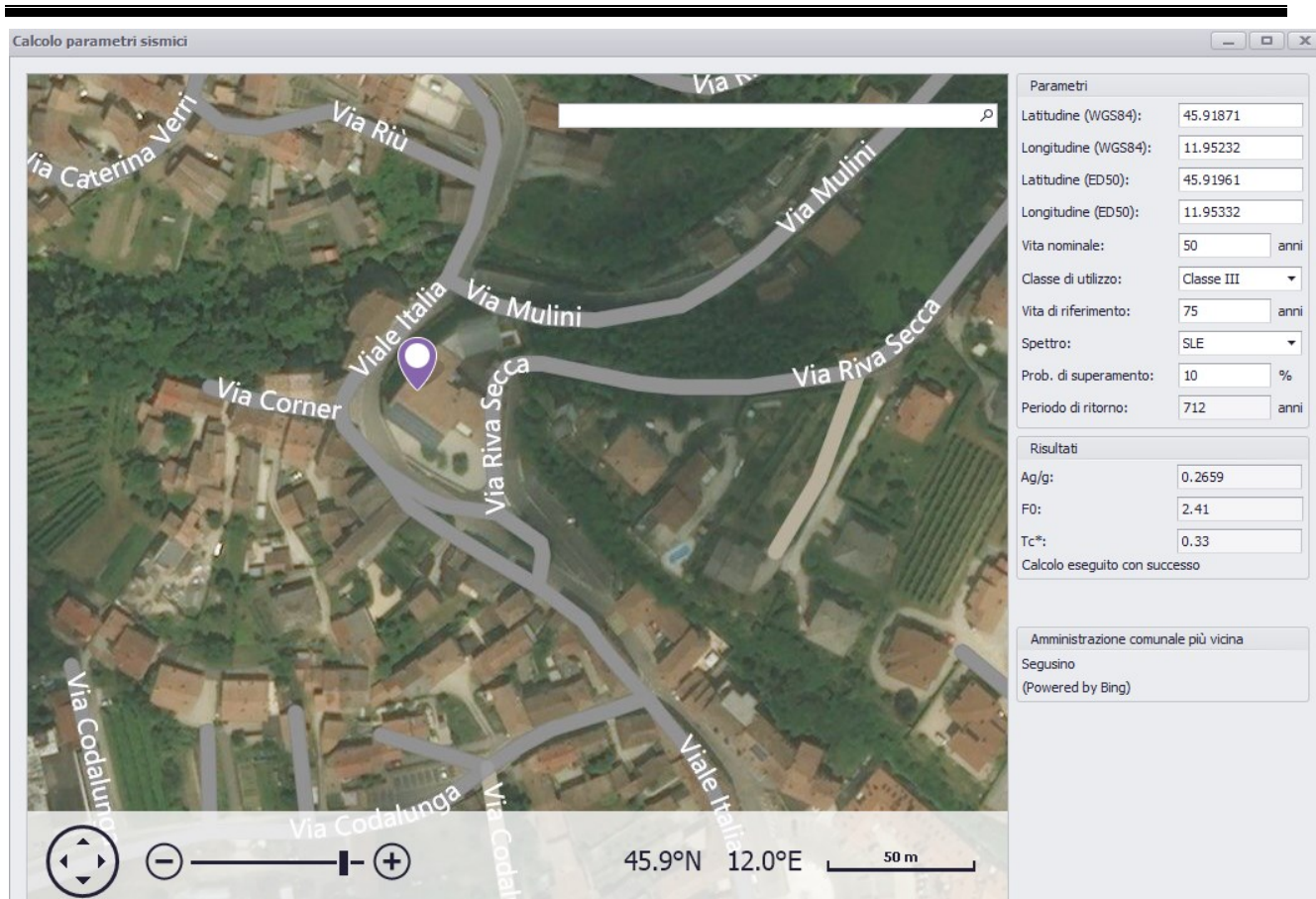


Fig. 15: Parametri sismici

Per la valutazione della vulnerabilità sismica della Scuola Primaria "A. Canova" di Segusino pertanto si adottano i seguenti dati:

Località	Segusino
Longitudine	11.95332
Latitudine	45.91961
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1,2
Vita nominale costruzione	≥ 50 anni
Classe d'uso costruzione	III
Vita di riferimento	≥ 75 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo SLV
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	712 anni
a_g/g	0.2659
F_0	2.41
T_c	0.33

I calcoli sono stati condotti secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018.

5. LIVELLO DI CONOSCENZA

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono tre livelli di conoscenza:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura,
- materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E IN ACCIAIO

Geometria: la geometria delle strutture in c.a. sono note dalle pratiche precedenti. Il rilievo visivo e strumentale a campione effettuato ha consentito di verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni in possesso. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi portanti, insieme a quelli riguardanti i dettagli costruttivi, sono tali da consentire la precisa definizione dei modelli strutturali idonei all'analisi lineare.

Dettagli costruttivi: i dettagli sono in parte noti dai disegni costruttivi del progetto del 2009 e dalla documentazione fotografica effettuata durante il corso dei lavori. In sito è stata effettuata una verifica delle armature presenti negli elementi più importanti. E' stato invece effettuato un puntuale rilievo per le strutture murarie. Per i risultati della campagna si rinvia alla relazione sulle indagini sperimentali effettuati dalla 4EMME Service S.p.a.. I dati raccolti sono tali da consentire un'analisi non lineare.

Proprietà dei materiali: Sono state effettuate prove sclerometriche hanno evidenziato le scarse caratteristiche resistenti delle malte di allettamento. La campagna è stata integrata da prove sclerometriche sui calcestruzzi dei pilastri e delle travi del secondo blocco.

Sulla base di quanto esposto, si può assumere un livello generale di conoscenza pari a LC2 per le tipologie di muratura presenti.

6. MATERIALI

I materiali principali individuati sono i seguenti:

MATERIALI STRUTTURALI PRINCIPALI DELLA STRUTTURA VERTICALE

Le strutture principali, su cui vengono distribuite nella verifica gli sforzi orizzontali derivanti dall'azione sismica, sono costituite da murature ordinarie in pietra o in mattoni semipieni o forati.

Oltre ai pilastri e alle travi in calcestruzzo del secondo blocco realizzati a ridosso del primo blocco, le indagini endoscopiche nei muri portanti interni ed esterni, le prove e i saggi per analisi della forma, dimensione e ammassamento dei blocchi di muratura hanno evidenziato la presenza di tre tipi principali di muratura:

- 1) muratura portante esterna del primo blocco in pietra listata ma riconducibile alla tipologia a conci sbozzati;
- 2) muratura portante interna del primo blocco in mattoni forati riconducibile alla tipologia a blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco;
- 3) muratura portante del secondo blocco in mattoni semipieni con malta cementizia tipo doppio UNI foratura $\leq 40\%$.

Per il fattore di confidenza si adotta il valore **FC = 1,2**. Attraverso il fattore di confidenza viene determinato il valore di resistenza dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi duttili e fragili. Tale valore si ottiene assumendo il valore desunto dalla medie degli intervalli riportati in tabella C.8A.2.1 dell'Appendice al capitolo C8 della Circolare 2.2.2009 per la tipologia muraria in considerazione, applicando i coefficienti migliorativi indicati nella Tabella C8A.2.2 e dividendo per, appunto, il fattore di confidenza.

Sulla base delle prove effettuate e utilizzando i valori della tabella C8A.2.1 della Circolare 617, applicando i coefficienti correttivi della tabella C8A.2.2 della Circolare 617, si ottengono i seguenti valori per i parametri meccanici dei materiali:

Tipologia di muratura	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Muratura in pietra a conci sbozzati listata con laterizi	$\frac{200 + 300}{2} \cdot 0,8 = 200$	$\frac{3,5 + 5,1}{2} \cdot 0,8 = 3,44$	984	328	20
Muratura in mattoni forati 1° blocco	$\frac{300 + 400}{2} = 350$	$\frac{10 + 13}{2} = 11,5$	1.050	945	12
Muratura in mattoni semipieni 2° blocco	$\frac{500 + 800}{2} = 650$	$\frac{24 + 32}{2} = 28$	4.550	1.350	15

Tab. 3: Valori dei parametri meccanici dei materiali

I valori di riferimento si ottengono assumendo il valore sperimentale e dividendo per il fattore di confidenza, $FC = 1,2$. Invece si adottano i modulo di elasticità E e G fessurati dimezzando i valori riportati in tabella.

Tipologia di muratura	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Muratura in pietra a conci sbozzati listata con laterizi	$\frac{200}{1,2} = 166,67$	$\frac{3,44}{1,2} = 2,86$	820	273	20
Muratura in mattoni forati 1° blocco	$\frac{350}{1,2} = 291,67$	$\frac{11,5}{1,2} = 9,58$	875	787	12
Muratura in mattoni semipieni 2° blocco	$\frac{650}{1,2} = 541,6$	$\frac{28}{1,2} = 23,33$	3.792	1.125	15

Tab. 4: Valori di riferimento dei materiali

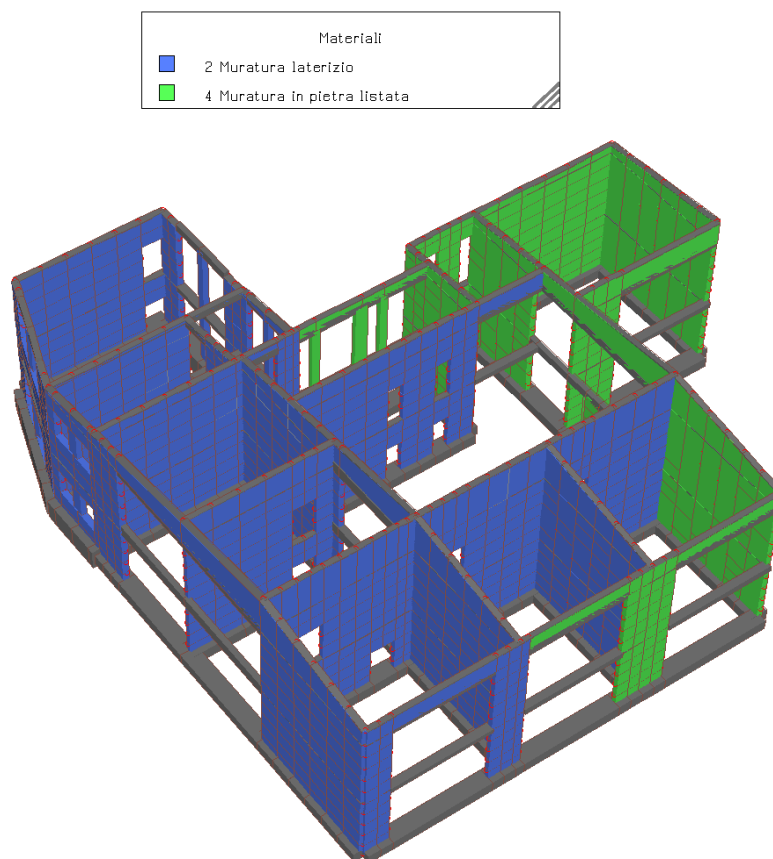


Fig. 16: Visione assonometrica con indicazione dei materiali utilizzati nella valutazione dello stato di fatto

Il coefficiente parziale di sicurezza da utilizzare per il progetto sismico di strutture in muratura è pari a $\gamma_m = 2$, mentre per il progetto statico è pari a $\gamma_m = 3$ come da NTC.



Foto 6: Muratura in pietra listata sulla parete nord-est



Foto 7: Muratura in laterizi forati con malta di calce sulla parete sud



Foto 8: Muratura interna in laterizi forati con malta di calce

CALCESTRUZZO E ACCIAIO

Sulla base delle prove effettuate e del fattore di confidenza adottato, $FC = 1,35$ si ottengono i seguenti valori di calcolo per la resistenza dei materiali:

Valore resistenza caratteristica a compressione

$$R_{c,k} = 25 \text{ N/mm}^2$$

Valore caratteristico res. cilindrica a compressione

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{c,k} = 20,75 \text{ N/mm}^2$$

Valore medio res. cilindrica a compressione

$$f_{c,m} = f_{c,k} + 8 = 28,75 \text{ N/mm}^2$$

Valore medio res. cubica a compressione

$$R_{c,m} = f_{c,m} / 0,83 = 34,64 \text{ N/mm}^2$$

Applicando il fattore di confidenza $FC_{LC3} = 1,35$ si ha:

$$R_{cm,LC1} = R_{cm} / FC = 34,64 / 1,35 = 25,66 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm,LC1} = f_{cm} / FC = 28,75 / 1,35 = 21,30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck,LC1} = f_{ck} / FC = 20,75 / 1,35 = 15,37 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{c,k,LC1} = R_{cm} / FC = 25 / 1,35 = 18,52 \text{ N/mm}^2$$

Applicando le NTC di cui al D.M. 17.01.2018 si ha:

Resistenza media a trazione semplice

$$f_{ctm,LC1} = 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3} / 1,35 = 1,68 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza media a trazione per flessione

$$f_{ctm,LC1} = 1,2 \cdot f_{ctm} / 1,35 = 2,01 \text{ N/mm}^2$$

Modulo elastico

$$E_m = 22.000 \cdot (f_{cm} / 10)^{0,3} = 30.200 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{LC1} = E_m / FC = 22.371 \text{ N/mm}^2$$

NB α_{cc} può essere assunto pari a 1 per calcestruzzo esistente



Foto 9: Rilievo delle barre d'armo

COMUNE DI SEGUSINO
PROVINCIA DI TREVISO
PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO
PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO
RELAZIONE DI CALCOLO

ACCIAIO

Si sono assunte le resistenze medie caratteristiche dell'epoca di costruzione dell'edificio.

Valori di resistenza a snervamento $f_{y,m} = 356,5 \text{ N/mm}^2$

Le verifiche saranno condotte adottando un fattore di confidenza (FC) pari a 1,35 e pertanto la sollecitazione di verifica sarà pari a:

$$f_{y,LC1} = f_{y,m} / FC = 356,5 \text{ N/mm}^2 / 1,35 = 264,1 \text{ N/mm}^2$$



Foto 10: Rilievo delle barre d'armo



Foto 11: Rilievo delle barre d'armo

7. ANALISI DEI CARICHI

Le aliquote delle combinazioni di carico adottate sono quelle secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al D.M.14.1.2008, che coincidono con quelle del D.M. 17.01.2018, per le situazioni di progetto persistenti e transitorie e nella situazione di progetto sismica.

CARICHI ACCIDENTALI DI CALPESTIO

Cat. C1 Scuole $q_k = 300 \text{ daN/m}^2$

Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, [omissis] $q_k = 400 \text{ daN/m}^2$

Cat. H1 Sottotetti accessibili per sola manutenzione $q_k = 50 \text{ daN/m}^2$

CARICHI ACCIDENTALI DA NEVE

Normativa : D.M. 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

Provincia : Treviso

Zona : I

Altitudine : 230 m s.l.m.

Valore caratteristico neve al suolo :

$$q_{sk} = 1,35 [1 + (230/602)^2] = 1,55 \text{ kN/m}^2$$

Coefficiente di esposizione C_E : 1 (Normale)

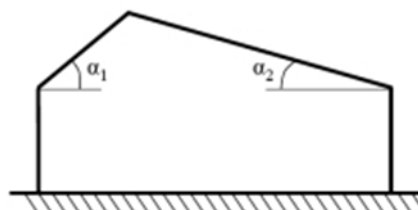
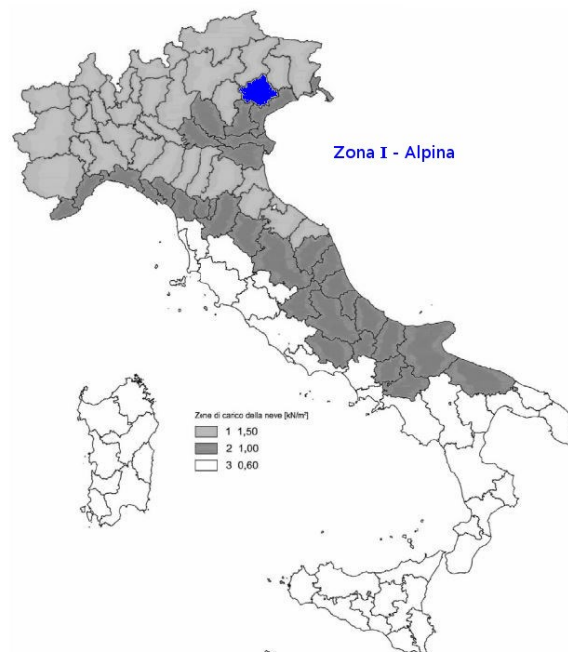
Coefficiente termico C_t : 1

Tipo di copertura: a una o più falde ($\alpha < 30^\circ$)

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Il coefficiente di forma sarà assunto pari a 0,8

Carico da neve : $q_s(\mu_1(\alpha)) = 124 \text{ daN/m}^2$ [$\mu_1(\alpha) = 0,8$]



CARICHI SU SOLAI

SOLAIO DI CALPESTIO AULE:

Solaio in laterocemento h= 20+4 cm

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	270 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	351 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: pavimentazione	120 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	180 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale CALPESTIO CAT. C1 - Scuole	300 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	450 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 690 daN/m ²	SLU	981 daN/m ²

SOLAIO DI CALPESTIO BAGNI:

Solaio in laterocemento h= 20+4 cm

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	270 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	351 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: pavimentazione e pareti	220 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	330 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale CALPESTIO CAT. C1 - Scuole	300 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	450 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 790 daN/m ²	SLU	1.131 daN/m ²

SOLAIO DI CALPESTIO AMPLIAMENTO:

Solaio in laterocemento h= 20+4 cm

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	270 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	351 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: pavimentazione	120 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	180 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale CALPESTIO CAT. C1 - Scuole	300 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	450 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 690 daN/m ²	SLU	981 daN/m ²

CONTROSOFFITTO AULE PRIMO PIANO:

Solaio in travetti e tavelloni tipo Cirex

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	74 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	96 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: eventuale controsoffitto	30 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	45 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale Copertura non accessibile	0 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	0 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 104 daN/m ²	SLU	141 daN/m ²

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO

RELAZIONE DI CALCOLO

SOLAIO DI COPERTURA:

Solaio in laterocemento tipo cirex sottotegola

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	167 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	217 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: coppi, isolamento impermeabilizzazione	100 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	150 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale NEVE Zona I	130 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	195 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 397 daN/m ²	SLU	562 daN/m ²

SOLAIO DI COPERTURA AMPLIAMENTO:

Solaio in laterocemento h= 20+4 cm

CARICO		Carico SLE	Coefficienti γ	Carico SLU
g_1	Peso proprio solaio	250 daN/m ²	$\gamma_{g1} = 1,3$	325 daN/m ²
g_2	Sovraccarichi permanenti: coppi, isolamento impermeabilizzazione	150 daN/m ²	$\gamma_{g2} = 1,5$	225 daN/m ²
q	Sovraccarico accidentale NEVE Zona I	130 daN/m ²	$\gamma_q = 1,5$	195 daN/m ²
Carico totale secondo la combinazione di carico fondamentale		SLE 530 daN/m ²	SLU	745 daN/m ²

ALTRI CARICHI

CONTROSOFFITTO ZONA ATRIO:

Carico permanente: $g_2 = 57 \text{ daN/m}^2$

PESO TAMPONAMENTO:

Carico permanente: $g_2 = 450 \text{ daN/m}^2$ (superficie verticale)

8. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

Le ipotesi di carico originarie della Scuola Primaria "A. Canova" non sono riportate nella relazione di calcolo o negli elaborati. Data l'epoca di progettazione si ipotizza che per i vari stralci si sia fatto riferimento al R.D.L. n. 229/1938 e alla Circolare Min. LLPP n. 1472 30.05.1957.

I calcoli della verifica sismica sono stati condotti secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.1.2008 e, per quanto non specificato, secondo l'Ordinanza n.3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20/03/04 come modificata e integrata dall'OPCM 3431 del 3/05/05.

Per valutazione della vulnerabilità sismica si intende un procedimento quantitativo volto a stabilire se un edificio esistente è in grado o meno di resistere alla combinazione sismica di progetto contenuta nelle presenti norme.

La valutazione della sicurezza degli edifici esistenti richiede considerazioni diverse da quella per gli edifici di nuova costruzione in quanto essi di regola non soddisfano né i principi di gerarchia delle resistenze né posseggono adeguata duttilità.

I requisiti di sicurezza nella presente relazione fanno pertanto riferimento allo stato di danneggiamento della struttura mediante i seguenti quattro Stati Limite (SL) citati dalle normative (*capitolo 3 delle N.T.C. di cui al D.M. 14.01.2008*):

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

- *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.

STATI LIMITE ULTIMI

- *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

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO

RELAZIONE DI CALCOLO

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.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono:

Stati Limite		P_{VR} : 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'analisi strutturale iniziale è stata effettuata con il programma MASTERSAP della AMV. Per utilizzare al meglio le potenzialità del programma si è utilizzato lo spettro di progetto che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate per il fattore di struttura q sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche.

In questo caso tutti gli elementi strutturali, duttili o fragili, devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

Come già detto, le strutture del blocco originario non sono sismicamente indipendenti tra loro ma solo dall'ultimo ampliamento del 2009 e pertanto l'analisi viene condotta unitariamente.

INDICATORI DI RISCHIO

Si definiscono due tipi di indicatori di rischio: il primo dato dal rapporto fra capacità e domanda in termini di PGA ed il secondo espresso dall'analogo rapporto fra i periodi di ritorno dell'azione sismica.

Il primo rapporto è concettualmente lo stesso utilizzato come indicatore di rischio per le verifiche sismiche effettuate fino a tutto il 2007, quindi in coerenza con gli Allegati all'Ordinanza 3274 e s.m.i. e con il Decreto del Capo Dipartimento n. 3685 del 2003. Tale indicatore, nel nuovo quadro normativo di riferimento determinatosi con le NTC (D.M. 14.1.08), non è sufficiente a descrivere compiutamente il rapporto fra le azioni sismiche, vista la maggiore articolazione della definizione di queste ultime. Esso, tuttavia, continua a rappresentare una "scala di percezione" del rischio, ormai largamente utilizzata e con la quale è bene mantenere una affinità.

Viene quindi introdotto il secondo rapporto fra i periodi di ritorno di Capacità e Domanda.

Gli indicatori vengono poi ulteriormente suddivisi in:

- α_{uc} : indicatore del rischio di collasso;
- α_{uv} : indicatore del rischio per la vita;
- α_{eD} : indicatore del rischio di inagibilità dell'opera;
- α_{eO} : indicatore del rischio di non operatività.

Valori prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

VERIFICA DI SICUREZZA DELLE SEZIONI RESISTENTI IN MURATURA

Al fine della verifica di sicurezza nei confronti dello stato limite ultimo, la resistenza delle pareti resistenti al sisma dovrà risultare maggiore dell'azione agente per ciascuna delle seguenti modalità di collasso: **pressoflessione, taglio nel piano della parete, pressoflessione fuori piano.**

I requisiti geometrici delle pareti in *muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali in pietra squadrata*, resistenti al sisma sono:

$$t_{\min} = 300 \text{ mm}$$

$$(h_0/t)_{\max} = 10 \quad \text{dove } h_0 \text{ è la lunghezza libera di inflessione}$$

$$(l/h)_{\min} = 0,5 \quad \text{dove } h \text{ è l'altezza massima delle aperture adiacenti alla parete}$$

Data la lunghezza libera di inflessione da formula 4.5.6 NTC pari a $h_0 = \rho \cdot h_{\text{int}} = 3,0 \text{ m}$, dove si è posto $\rho = 1$ poiché per la maggior parte dei maschi $h_{\text{int}}/a < 0,5$ e h_{int} è l'altezza interna, risulta pertanto che, ai fini del calcolo, andrebbero considerate le pareti con lunghezza maggiore di $L_{\min} = 0,5 \cdot 3,0 = 1,50 \text{ m}$ e spessore $\geq 30 \text{ mm}$.

Invece i requisiti geometrici delle pareti in *muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali in laterizio*, resistenti al sisma sono:

$$t_{\min} = 240 \text{ mm}$$

$$(h_0/t)_{\max} = 12 \quad \text{dove } h_0 \text{ è la lunghezza libera di inflessione}$$

$$(l/h)_{\min} = 0,4 \quad \text{dove } h \text{ è l'altezza massima delle aperture adiacenti alla parete}$$

Data la lunghezza libera di inflessione da formula 4.5.6 NTC pari a $h_0 = \rho \cdot h_{\text{int}} = 3,0 \text{ m}$, risulta pertanto che, ai fini del calcolo, andrebbero considerate le pareti con lunghezza maggiore di $L_{\min} = 0,4 \cdot 3,0 = 1,20 \text{ m}$ e spessore $\geq 25 \text{ mm}$.

Modellazione delle pareti in muratura: la struttura in muratura è stata modellata con elementi bidimensionali in cui sono state isolate le singole porzioni di muro resistenti al sisma. Per tali porzioni, denominate maschi murari, di cui si conosce lo stato di tensione puntuale, vengono determinate le sollecitazioni risultanti: sforzo normale, taglio e momento flettente, che agiscono nel piano e fuori piano. Note le caratteristiche di sollecitazione globale, si ricalcolano le tensioni interne del maschio murario utilizzando le tecniche di verifica allo stato limite.

Le rigidezze degli elementi murari sono state calcolate considerando sia il contributo flessionale sia quello tagliante e sono state utilizzate rigidezze fessurate.

I modelli sono costituiti da elementi murari continui dalle fondazioni alla sommità, collegati da elementi di accoppiamento. Sono stati considerati nei modelli gli elementi di accoppiamento fra pareti

diverse quali i cordoli in cemento armato di copertura e di listatura e le travi in muratura efficacemente ammorsate alle pareti che soddisfacevano le verifiche di sicurezza.

I modelli tridimensionali sono stati sottoposti ad analisi sismica dinamica modale con SLV.

Nel caso di analisi effettuate con il fattore di struttura le verifiche sono condotte confrontando le sollecitazioni ottenute dal modello numerico con le resistenze disponibili.

PRESSOFLESSIONE NEL PIANO

La verifica a pressoflessione di una sezione di un elemento strutturale è stata effettuata confrontando il momento agente di calcolo con il momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo è calcolato come:

$$M_u = (l^2 t \sigma_o / 2) (1 - \sigma_o / 0.85 f_d) \text{ (formula 7.8.2 NTC)}$$

dove: M_u è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione

l è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa)

t è lo spessore della zona compressa della parete

σ_o è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione

(= P/lt , con P forza assiale agente positiva se di compressione). Se P è di trazione, $M_u = 0$

$f_d = f_k / \gamma_m$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura

TAGLIO

La resistenza a taglio per nuovi edifici è valutata per mezzo della relazione seguente:

$$V_t = l' t f_{vd} \text{ (formula 7.8.3 NTC)}$$

Per edifici esistenti in muratura ordinaria la normativa consente di calcolare il taglio con la relazione seguente:

$$V_t = l \cdot t \cdot \frac{1,5\tau_{0t}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{1,5\tau_{0d}}} = l \cdot t \cdot \frac{f_d}{b} \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_d}} \text{ (formula 8.7.1.1 Circolare 02.02.2009)}$$

dove

l è la lunghezza del pannello

t è lo spessore del pannello

σ_o è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione

(= $P/l \cdot t$, con P forza assiale agente positiva se di compressione)

f_{td} e τ_{0d} sono rispettivamente i valori di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale e della corrispondente resistenza a taglio di riferimento della muratura ($f_{td} = 1,5 \cdot \tau_{0d}$)

b è un coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si assume $b = h/l$, comunque non superiore a 1, e non inferiore a 1, dove h è l'altezza del pannello.

PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO

Il valore del momento di collasso per azioni perpendicolari al piano della parete è calcolato assumendo un diagramma delle compressioni rettangolare, un valore della resistenza pari a $0.85 f_d$ e trascurando la resistenza a trazione della muratura.

RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE

Per una più agevole lettura dell'analisi sismica, i risultati del calcolo vengono espressi in termini di *Indici di Resistenza* agli Stati Limite. L'Indice di Resistenza è il rapporto fra la sollecitazione agente e la resistenza del pannello in esame. Un valore minore di 1 evidenzia che l'elemento strutturale è in grado di resistere alla sollecitazione agente. Al contrario, un valore maggiore di 1 indica che l'elemento non è verificato. Più alto è il numero, più l'elemento risulta insufficiente a sostenere l'azione agente; più vicino a zero è il numero, più alta è la resistenza del pannello considerato.

VERIFICA DI SICUREZZA DELLE SEZIONI IN C.A. DI EDIFICI ESISTENTI

Oltre ai cordoli di solaio, nel secondo stralcio sono stati inseriti dei telai a ridosso della parete ovest del primo stralcio. Per tali elementi si rende necessaria la verifica delle sezioni in c.a.

VERIFICA CON METODO Q: I RISULTATI DEI MECCANISMI DUTTILI

Si eseguono le ordinarie verifiche a pressoflessione per tutti gli elementi strutturali esistenti in c.a. (pilastri, travi e travi di fondazione). Con le sole differenze riguardanti quindi il valore numerico delle tensioni di calcolo, la verifica a pressoflessione degli elementi strutturali procede come per gli elementi di nuova costruzione.

Per le travi e le travi di fondazione viene adottata la verifica nel solo piano verticale mentre per pilastri e setti viene adottato il calcolo a pressoflessione retta nei due piani locali dell'elemento. Indici di resistenza > 1 rappresentano situazioni non verificate. Nei tabulati allegati vengono riportati, oltre alle proprietà dell'elemento e ai dati riepilogativi della tabella di verifica, le tensioni effettivamente utilizzate nelle verifiche, i coefficienti parziali di sicurezza dei materiali e le dimensioni dell'elemento.

Nelle colonne di verifica compaiono il numero di combinazione di carico, l'ascissa di verifica, le sollecitazioni, le armature inserite, i momenti resistenti e l'indice di resistenza a presso tenso flessione (I.R. F_x , M), che rappresenta il rapporto fra la sollecitazione agente e quella resistente. Nel caso delle travi viene calcolato e stampato un unico indice (F_x , M_z); nel caso di pilastri, dove viene adottato il calcolo a pressoflessione retta nei due piani locali dell'elemento, viene stampato l'indice maggiore fra quelli calcolati nelle due direzioni.

Nei grafici di verifica viene riportato l'indice di resistenza a presso tenso flessione (I.R. F_x , M), che rappresenta il rapporto fra la sollecitazione agente e quella resistente

VERIFICA CON METODO Q: I RISULTATI DEI MECCANISMI FRAGILI

Si eseguono le verifiche a taglio per tutti gli elementi strutturali previsti esistenti in c.a. (travi e travi di fondazione). La verifica a taglio degli elementi strutturali procede come nel caso di edifici nuovi. La verifica a taglio segue quindi le regole generali descritte nel cap. 4.1 delle NTC 2008, e può coinvolgere:

V_{Rd} , che rappresenta la resistenza a taglio del calcestruzzo in assenza di armature trasversali resistenti a taglio, calcolata come da espressione (4.1.14);

V_{Rsd} , che rappresenta la resistenza a taglio delle armature, calcolata come da espressione (4.1.18);

V_{Rcd} , che rappresenta la resistenza a "taglio compressione", calcolata come da espressione (4.1.19).

$V_{u(taggio)}$ che rappresenta la resistenza a taglio.

Nel tabulato di stampa, oltre alle informazioni generali già descritte in precedenza per i meccanismi duttili, compaiono l'armatura trasversale resistente a taglio, $V_{u(flex)}$, che deriva dall'applicazione della gerarchia flessione – taglio, V_{rd} (calcolato come da 4.1.14 delle NTC 2008, in cui, per gli edifici esistenti, f_{ck} deve essere inteso come f_{cm}) influenzato dall'armatura a trazione e dall'entità dello sforzo normale di compressione, V_{rsd} (equazione 4.1.18 NTC 2008), V_{rcd} (equazione 4.1.19 NTC 2008).

L'esito della verifica è sintetizzato dall'indice di resistenza I.R., che rappresenta:

- se $V_{u(flex)}$ è tale da rendere il meccanismo duttile, $I.R. = V_{u(flex)} / V_{u(taggio)}$;
- se il meccanismo duttile non sussiste, $I.R. = F_y / V_{u(taggio)}$.

VERIFICA CON METODO Q: I NODI TRAVE – PILASTRO

La verifica dei nodi trave-pilastro viene eseguita nel rispetto di quanto previsto al par. C8.7.2.5.

La tensione f_{ydm} può assumere due valori, che comportano il calcolo di due valori di forza di trazione (denominati F_1 e F_2), specificati assieme alle armature di riferimento per entrambe le direzioni locali del pilastro a cui si riferisce il nodo. Vengono inoltre indicati i valori limite per le resistenze a trazione e compressione con cui si confrontano le tensioni principali calcolate al nodo, e viene riportata l'area A_g del nodo.

Fra i risultati, per ciascuna delle due direzioni locali, viene riportato lo sforzo normale F_x (indicato con N nella circolare) del pilastro superiore, la forza di taglio F_y (o F_z) del pilastro superiore, la forza V_n , le tensioni principali a trazione e compressione e i corrispondenti indici di resistenza calcolati rapportando tali tensioni alle relative resistenze limite.

9. SCUOLA PRIMARIA "A. CANOVA" DI SEGUSINO

ANALISI STRUTTURALE DELLO STATO DI FATTO

Il metodo scelto per l'analisi della scuola elementare nella valutazione delle vulnerabilità sismica dello stato di fatto, data l'irregolarità in pianta dovuta alla disposizione planimetrica non simmetrica, **il metodo scelto per l'analisi della scuola elementare è quello denominato dinamico modale**. In base ai dati raccolti ed ai rilievi si è costruito un modello tridimensionale.

L'analisi modale, associata allo spettro di risposta di progetto, è da considerarsi il metodo normale per la definizione delle sollecitazioni di progetto ed è applicato ad un modello tridimensionale dell'edificio.

Sono stati considerati tutti i modi con massa partecipante significativa, nello specifico tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% o un numero di modi la cui massa partecipante totale è superiore all'85%.

SCelta DEL FATTORE DI STRUTTURA Q

Per la verifica con analisi dinamica modale ed impiego del fattore q, il valore da utilizzare per edifici regolari in elevazione in muratura è pari a:

$$q = 2,0 \alpha_u / \alpha_1 \quad (\text{cfr. cap. C8.7.1.2 della Circolare 2.2.2009})$$

Con osservanza al cap. 7.3.1 delle NTC 14.01.2008, per le costruzioni non regolari in pianta si possono adottare valori di α_u / α_1 pari alla media tra 1,0 e il valore fornito per le diverse tipologie costruttive. Per edifici in muratura ordinaria a due piano il valore α_u / α_1 è posto pari a 1,8 (cfr. cap. 7.8.1.3 delle NTC 14.01.2008) e pertanto:

$$q_0 = 2,0 \cdot (1,0 + 1,8) / 2 = 2,8$$

VERIFICA SISMICA

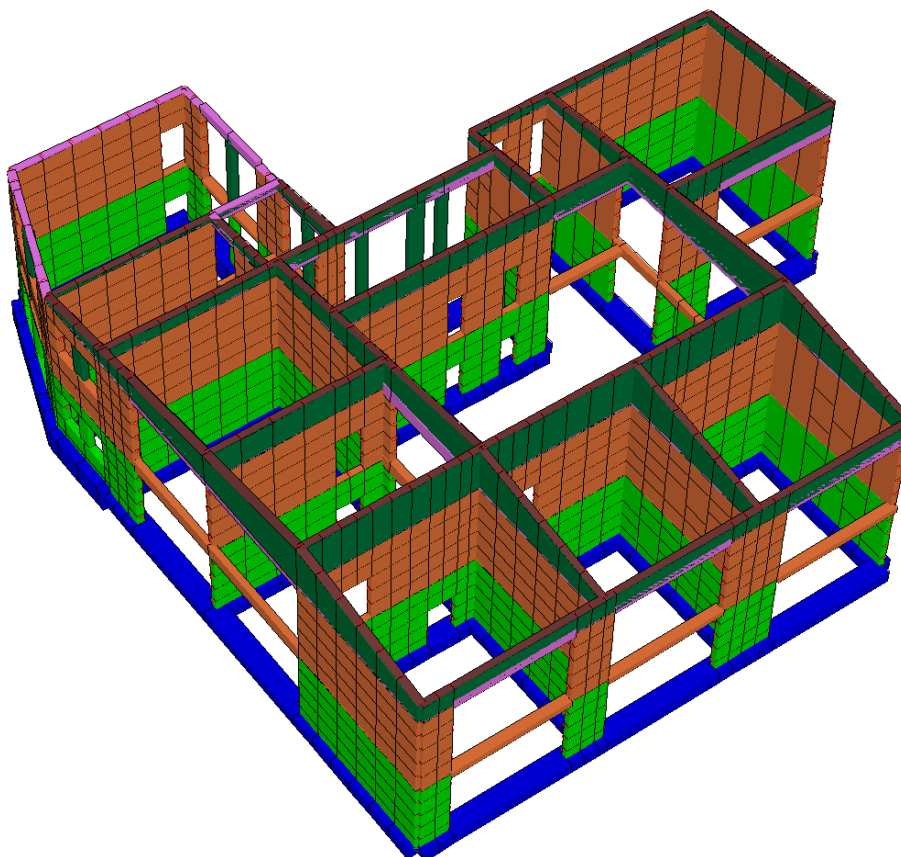


Fig. 17 Visione assonometrica modello tridimensionale

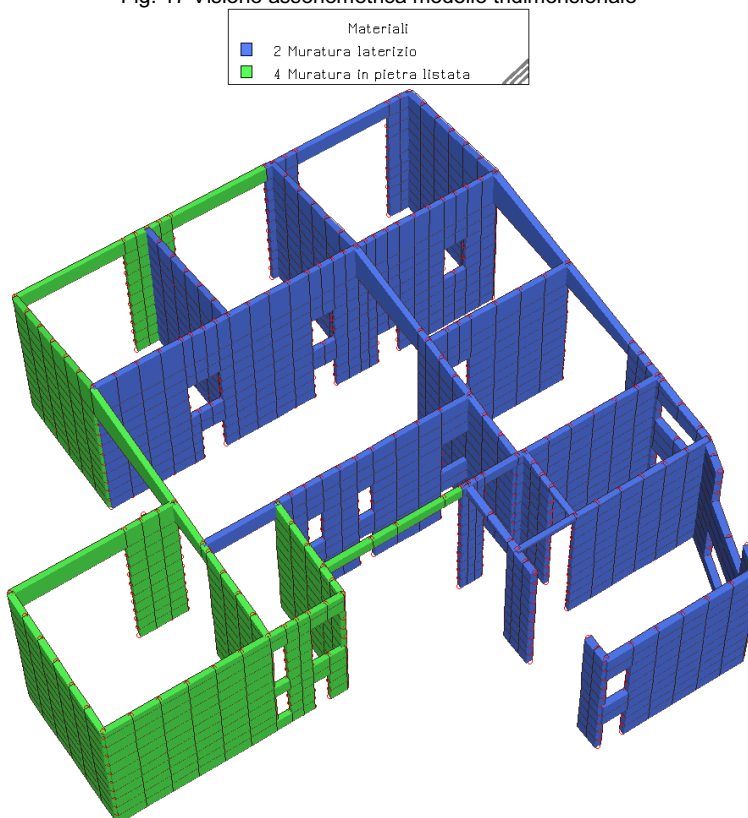


Fig. 18 Visione assonometrica murature

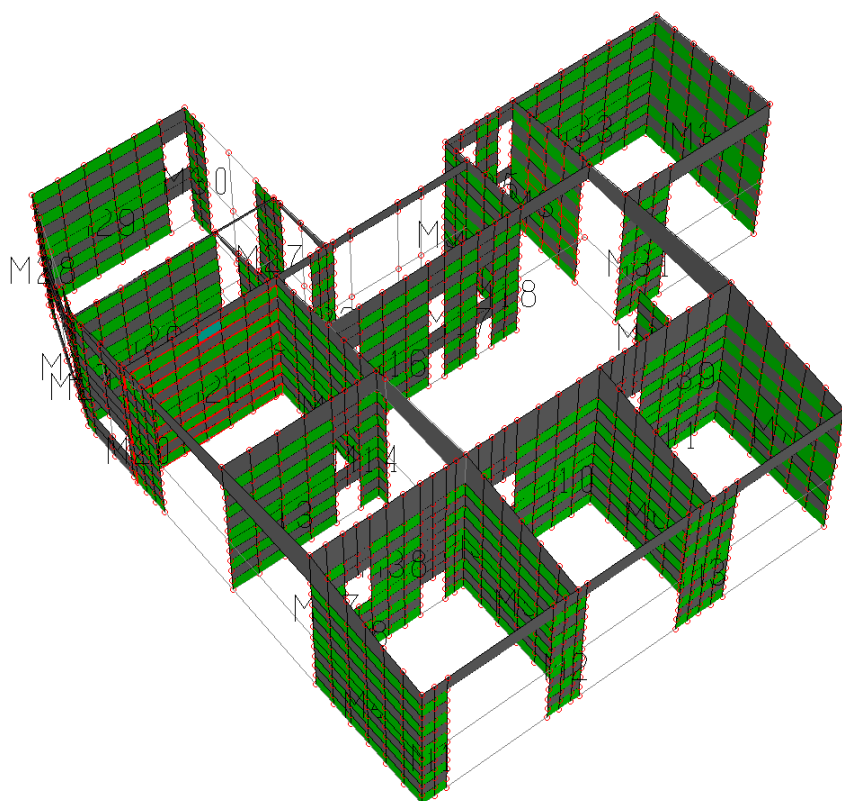


Fig. 19 Visione assonometrica maschi murari

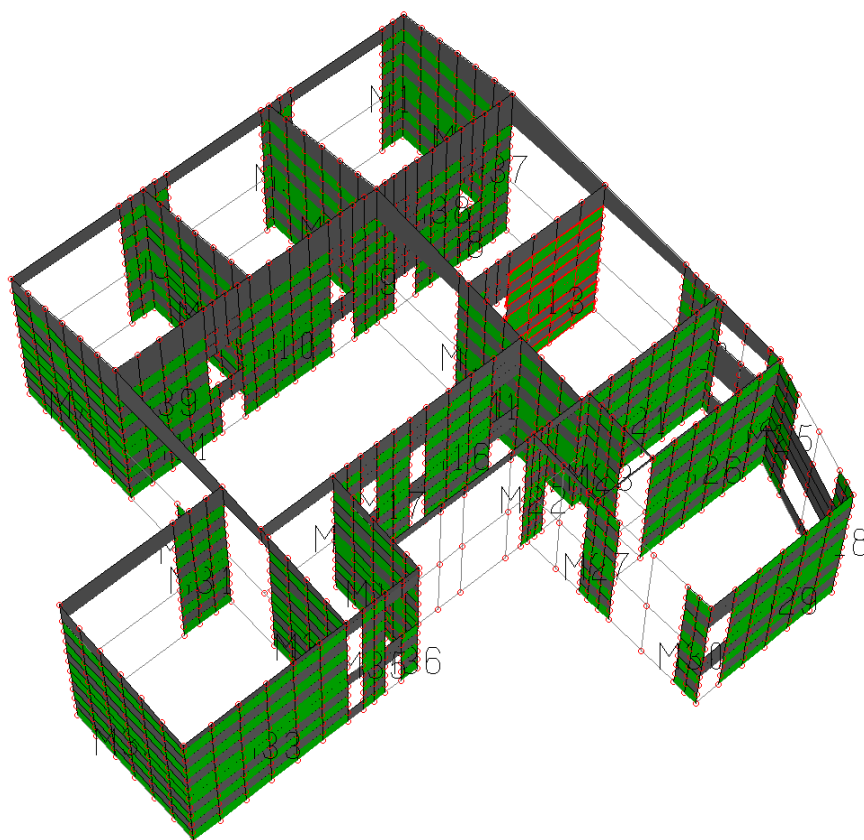


Fig. 20 Visione assonometrica maschi murari

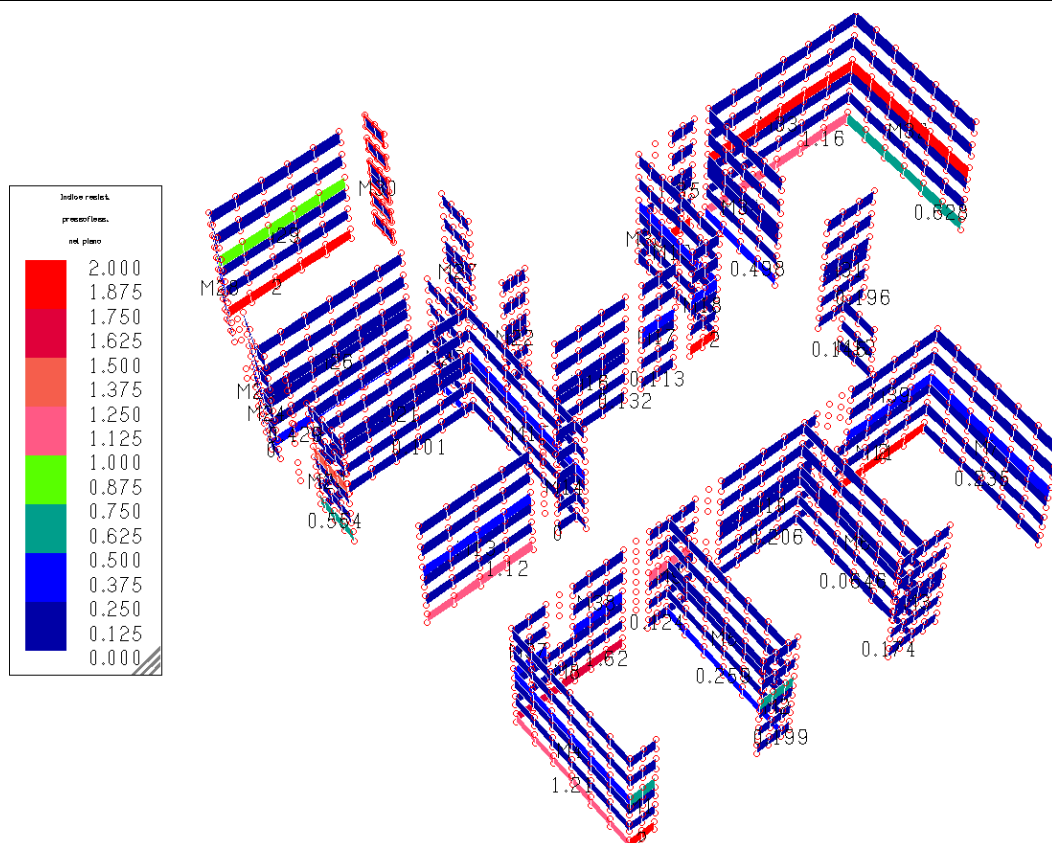


Fig. 23 Maschi murari: Indice di Resistenza alla Pressoflessione nel piano

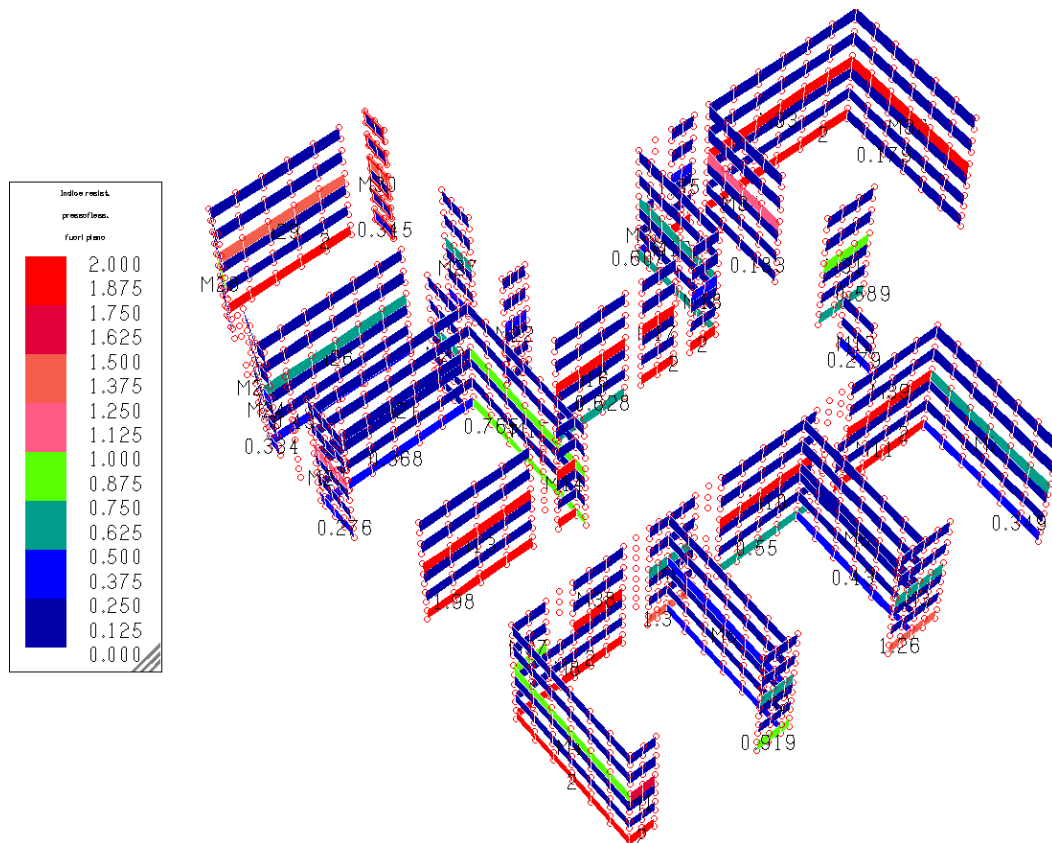


Fig. 24 Maschi murari: Indice di Resistenza alla Pressoflessione fuori piano

VERIFICA SISMICA DEI MECCANISMI LOCALI

Nella scuola in oggetto si rileva la presenza di elementi di muratura snelli fra le finestre delle facciate sud ed ovest e la presenza di setti pieni sulle altre. Vi è la presenza ad ogni piano di un cordolo e pertanto di un sistematico elemento di collegamento tra le pareti a livello del solaio di calpestio e della copertura. Ciò comporta una ridotta vulnerabilità nei riguardi di meccanismi locali, che possono interessare il collasso fuori dal piano di singoli pannelli murari. Si valuta comunque la sicurezza dell'edificio nei confronti di tali meccanismi che si verificano nelle pareti murarie prevalentemente per azioni perpendicolari al loro piano.

Un modello di riferimento per questo tipo di valutazioni è quello dell'analisi limite dell'equilibrio delle strutture murarie, considerate come corpi rigidi non resistenti a trazione; la debole resistenza a trazione della muratura porta infatti, in questi casi, ad un collasso per perdita di equilibrio, la cui valutazione non dipende in modo significativo dalla deformabilità della struttura, ma dalla sua geometria e dai vincoli.

Applicando il principio dei lavori virtuali ad ogni meccanismo prescelto, è possibile valutare la capacità sismica in termini di resistenza (analisi cinematica lineare) o di spostamento, attraverso una valutazione in spostamenti finiti (analisi cinematica non lineare).

Il meccanismo che rappresenta la maggiore vulnerabilità è il ribaltamento fuori piano dell'intera parete attorno all'appoggio ma trattenuta ai piani dall'attrito dei cordoli.

Le analisi cinematiche sono stata effettuate con il programma c-Sisma 3.0 PRO dell'Università degli Studi di Padova.



ANALISI CINEMATICA LINEARE

Per ottenere il moltiplicatore orizzontale α_0 dei carichi che porta all'attivazione del meccanismo locale di danno si applicano ai blocchi rigidi che compongono la catena cinematica le seguenti forze: i pesi propri dei blocchi, applicati nel loro baricentro; i carichi verticali portati dagli stessi (pesi propri e sovraccarichi dei solai e della copertura); un sistema di forze orizzontali proporzionali ai carichi verticali portati; eventuali forze esterne.

Assegnata una rotazione virtuale θ_k al generico blocco k , è possibile determinare in funzione di questa e della geometria della struttura, gli spostamenti delle diverse forze applicate nella rispettiva direzione. Il moltiplicatore α_0 si ottiene applicando il Principio dei Lavori Virtuali, in termini di spostamenti, uguagliando il lavoro totale eseguito dalle forze esterne ed interne applicate al sistema in corrispondenza dell'atto di moto virtuale

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO

RELAZIONE DI CALCOLO

Affinché la parete risulti verificata l'accelerazione spettrale α_0 di attivazione del meccanismo di collasso, corretta del fattore di confidenza FC, deve risultare maggiore dell'accelerazione dello spettro elastico $S_e(T)$ del sisma atteso con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

I risultati dei principali meccanismi vengono riportati nella seguente tabella:

	Tipo di meccanismo		α_0 [g]	$S_e(T)$ [g]
1	Parete ovest a due piani in laterizi forati trattenuta da cordoli	- orditura solaio perpendicolare - cordolo efficace a livello dei solai - sezione alla base parzializzata	0,6165	> 0,2105
2	Parete sud a due piani in pietra listata trattenuta da cordoli	- orditura solaio perpendicolare - cordolo efficace a livello dei solai - sezione alla base parzializzata	0,5969	> 0,2105
3	Parete est a due piani in pietra listata trattenuta da cordoli	- orditura solaio parallela - cordolo efficace a livello dei solai - sezione alla base parzializzata	0,2381	> 0,2105

Tab. 5: Risultati analisi lineare meccanismi cinematici

Pertanto le accelerazione spettrali α_0 che attivano i possibili meccanismi di collasso sono maggiori dell'accelerazione dello spettro elastico $S_e(T)$ del sisma atteso nella vita utile della struttura.

ANALISI CINEMATICA NON LINEARE MEDIANTE SPETTRO DI CAPACITA'

Al fine di conoscere la capacità di spostamento della struttura fino al collasso attraverso il meccanismo considerato, il moltiplicatore orizzontale α dei carichi può essere valutato non solo sulla configurazione iniziale, ma anche su configurazioni variate della catena cinematica, rappresentative dell'evoluzione del meccanismo e descritte dallo spostamento d_k di un punto di controllo del sistema. L'analisi deve essere condotta fino al raggiungimento della configurazione cui corrisponde l'annullamento del moltiplicatore α , in corrispondenza dello spostamento $d_{k,0}$. L'analisi può essere svolta per via grafica individuando la geometria del sistema nelle diverse configurazioni fino al collasso.

La verifica di sicurezza dei meccanismi locali nei confronti dello Stato limite di salvaguardia della vita consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo d_u^* del meccanismo locale e la domanda di spostamento Δ ottenuta dallo spettro di spostamento in corrispondenza del periodo secante T_s .

	Tipo di meccanismo		Rotazione che annulla il momento stabilizzante	Capacità di spostamento ultima d_u^* [m]	Domanda di spostamento Δ [m]
1	Parete ovest a due piani in laterizi forati trattenuta da cordoli	- orditura solaio perpendicolare - cordolo dei solai efficace - sezione alla base parzializzata	40,01°	0,9438	> 0,2167
2	Parete sud a due piani in pietra listata trattenuta da cordoli	- orditura solaio perpendicolare - cordolo dei solai efficace - sezione alla base parzializzata	38,96°	0,9231	> 0,2179
3	Parete est a due piani in pietra listata trattenuta da cordoli	- orditura solaio parallela - cordolo dei solai efficace - sezione alla base parzializzata	17,67°	0,4455	> 0,2395

Tab. 6: Risultati analisi non lineare meccanismi cinematici

Si può notare come la capacità di spostamento ultimo d_u^* per le pareti sia molto maggiore della domanda di spostamento Δ richiesta ma anche dello spostamento che porterebbe la muratura fuori dal cordolo di piano e che ne provocherebbe la caduta. Malgrado il programma non ci consenta un'analisi più precisa, il meccanismo risulta comunque non penalizzante, soprattutto rispetto alle sollecitazioni di taglio ed alla pressoflessione.

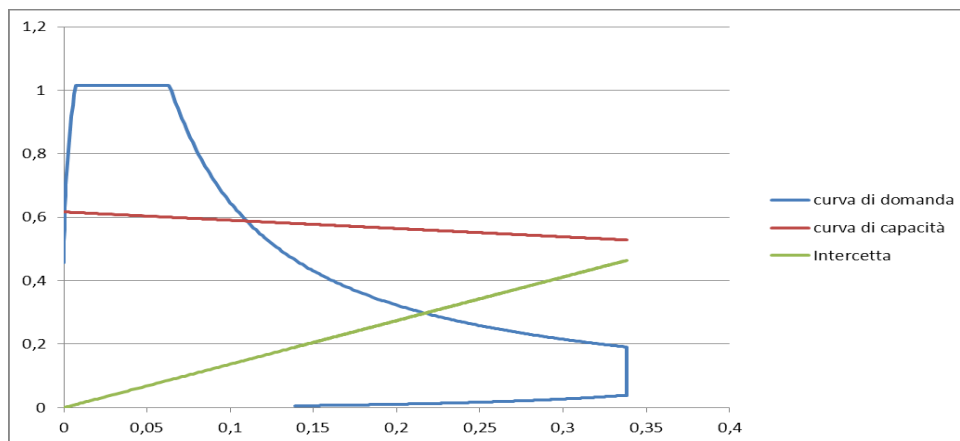


Fig. 25 Analisi meccanismo n.1

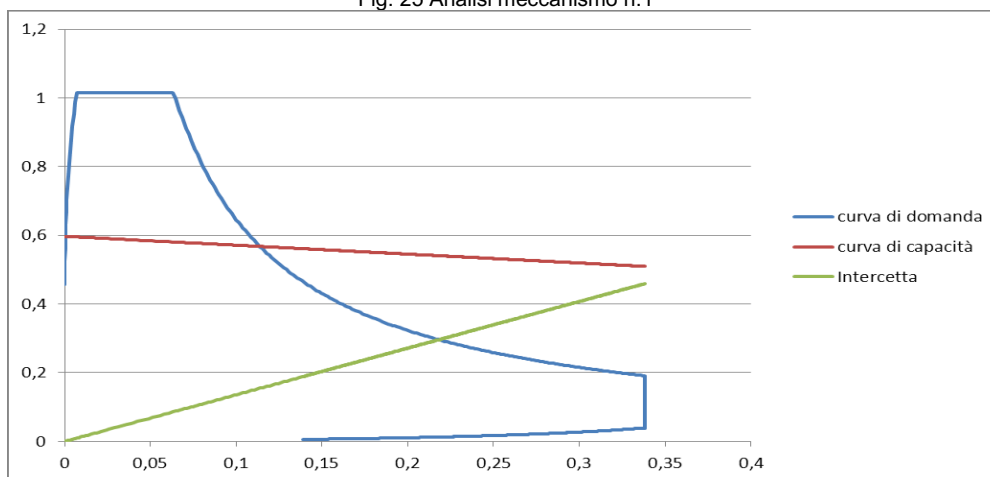


Fig. 26 Analisi meccanismo n.2

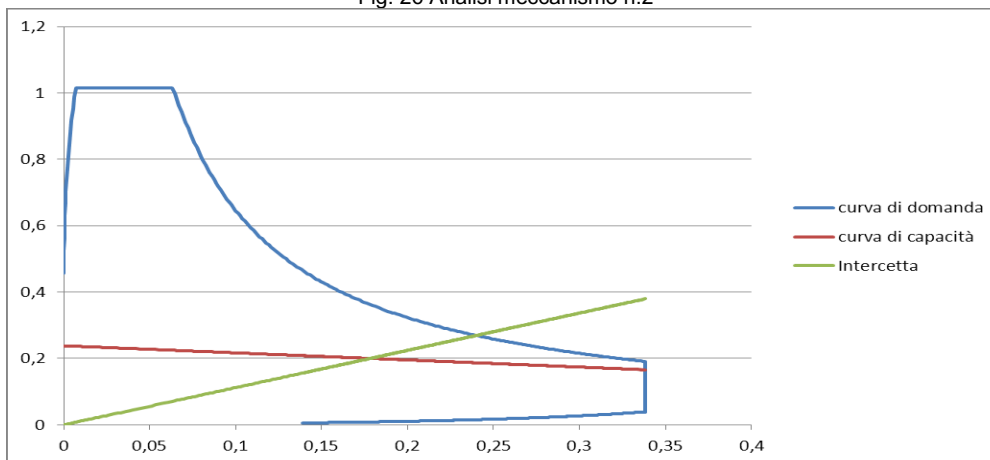


Fig. 27 Analisi meccanismo n.3

La capacità di spostamento ultimo d_u^* per le pareti parallele all'orditura dei solai, ad esempio le facciate est, sono comunque maggiori della domanda di spostamento Δ richiesta e pertanto le pareti sono verificate ai meccanismi locali.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO

Come si evince dai grafici e dalle tabelle riassuntive, quasi tutti i maschi murari non risultano verificati.

Innanzitutto vi è la presenza di alcuni maschi sottoposti a trazione: poiché la muratura soggetta a trazione non può resistere ed è soggetta a meccanismi locali di ribaltamento, tali elementi risultano inattivi rispetto all'azione sismica e a rischio di collasso.

Vi è una diffusa situazione di non verifica per l'azione di taglio, dovuta al fatto che le murature risultano di quantità insufficienti a sopportare le azioni orizzontali cui sono sottoposte. Ciò risulta particolarmente evidente per le pareti perimetrali e per i muri d'ambito delle aule.

A questo risultato concorrono più fattori tra i quali la qualità delle murature e delle malte di allettamento e la presenza di numerose superfici finestrate.

Pertanto sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi sismica per l'azione di progetto prevista dalla normativa, **la scuola non soddisfa le condizioni dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 e delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08.**

Si è proceduto alla ricerca del massimo sisma sopportabile dalla struttura senza che essa subisca danni che possano condurre al crollo improvviso ed alla determinazione di un parametro che possa definire il grado di sicurezza dell'edificio.

INDICATORE DEL RISCHIO PER LA VITA

Per determinare la pericolosità per la vita umana che avrebbe un sisma agente sulla Scuola Primaria "A. Canova" è stato definito un indicatore del rischio per la vita α_{uv} .

Si è proceduto con l'analisi lineare sismica statica equivalente alla ricerca della massima accelerazione al suolo PGA_{CLV} che le strutture sono in grado di sopportare con danni importanti e con significative riduzioni di resistenza e rigidezza laterali, pur mantenendo una residua resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

Il rapporto fra l'accelerazione così determinata e il valore di riferimento dell'accelerazione PGA_{DLV} al suolo attesa per la zona è l'indicatore di rischio per la vita α_{uv} :

$$\alpha_{uv} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}}$$

Valori prossimi all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

L'accelerazione PGA_{DLV} ricavata dalla normativa per la zona è pari a 0,267g, ha una probabilità di verificarsi del 10% in 50 anni e cioè con un periodo di ritorno del sisma di 712 anni.

Con successive iterazioni si è stabilito che la struttura per verificare lo SLV può al massimo resistere ad un'accelerazione al suolo pari a

$$a_g = 0,057g$$

Con tale accelerazione l'indicatore di rischio per la vita α_{uv} è pari a:

$$\alpha_{uv} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} = \frac{0,057}{0,267} = 0,213 < 1$$

Tale accelerazione risulta il 21,3% di quella richiesta, con un periodo di ritorno del sisma pari a circa 30 anni.

Si è inoltre proceduto alla ricerca della massima capacità espressa in termini di periodo di ritorno dell'azione sismica $T_{R,C}$. Il rapporto fra la domanda $T_{R,C}$ così determinata e il valore di riferimento della capacità espressa in termini di periodo di ritorno dell'azione sismica $T_{R,D}$ attesa per la zona è l'indicatore di rischio R_{CD} :

$$R_{CD} = \left(\frac{T_{R,C}}{T_{R,D}} \right)^a = \left(\frac{30}{712} \right)^{0,41} = 0,273 < 1$$

Analogamente si è proceduto alla ricerca della accelerazione al suolo PGA_{CLD} che le strutture sono in grado di sopportare senza danni tali da mettere a rischio gli utenti e tali da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti dei carichi verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Il rapporto fra l'accelerazione così determinata e il valore di riferimento dell'accelerazione PGA_{DLD} al suolo attesa per la zona è l'indicatore di rischio di inagibilità α_{ed} :

$$\alpha_{ed} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}}$$

Con successive iterazioni si è stabilito che la struttura per verificare lo SLD può resistere ad un'accelerazione al suolo superiore a

$$a_g = 0,097g$$

Con tale accelerazione l'indicatore di rischio di collasso α_{ed} è superiore a 1:

$$\alpha_{ed} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} = \frac{0,097}{0,097} = 1$$

Invece il rapporto fra l'accelerazione al suolo PGA_{CLO} , cioè allo Stato Limite di Operatività, e il valore di riferimento dell'accelerazione PGA_{DLO} al suolo attesa per la zona, denominato indicatore di rischio per l'operatività α_{eo} , risulta minore:

$$\alpha_{ed} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} = \frac{0,060}{0,073} = 0,822 < 1$$

10. CONCLUSIONI DELLA VERIFICA DELLO STATO DI FATTO

Sulla base dei risultati ottenuti nell'analisi del comportamento strutturale del complesso si evince che la struttura risulta essere sostanzialmente verificata per la combinazione di carico statico. Non altrettanto si può dire in presenza di una combinazione sismica allo stato limite di salvaguardia della vita poiché la quasi totalità delle membrature risulta non verificata in almeno una combinazione di carico e pertanto la struttura non soddisfa le condizioni dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.03 e delle N.T.C. di cui al D.M. 14.01.08.

Per determinare la pericolosità per la vita umana che avrebbe un sisma agente sulla scuola nella situazione attuale è stato definito un indicatore del rischio di collasso ricercando la massima accelerazione al suolo che le strutture sono in grado di sopportare con danni importanti ma senza crollare.

Il valore riscontrato dell'accelerazione è pari ad $a_g = 0,057g$ (21,3% di quella richiesta in zona 2), gli indicatori di rischio per la vita sono pari ad $\alpha_u = 0,213$ e $R_{CD} = 0,273$. Un sisma di tale intensità ha un periodo di ritorno del sisma di circa 30 anni e pertanto una forte probabilità di verificarsi durante la vita utile dell'opera.

Al fine di mantenere l'attuale funzione, l'edificio necessita di un adeguamento strutturale mediante le tecniche di rinforzo previste dalla Normativa Italiana nel trattamento degli elementi portanti in muratura.

L'edificio necessita pertanto di un miglioramento strutturale che può essere realizzato con le tecniche di rinforzo previste dalla Normativa Italiana nel trattamento degli elementi portanti in muratura.

11. PROGETTO INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO

INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi di miglioramento sismico previsti per la scuola elementare "A. Canova" sono stati suddivisi, a causa dell'incompatibilità con l'attività scolastica e i tempi di realizzazione, in due stralci da realizzare in due estati successive e sono i seguenti:

PRIMO STRALCIO

- 1) Rinforzo delle fondazioni con la realizzazione di micropali con un nuovo cordolo di collegamento alle strutture esistenti dal prospetto nord-ovest fino a lato dell'ingresso sul prospetto sud-est. Presso l'interrato del prospetto sud-est verrà realizzata una trave di connessione e un contromuro in c.a. a ridosso della parete esistente.

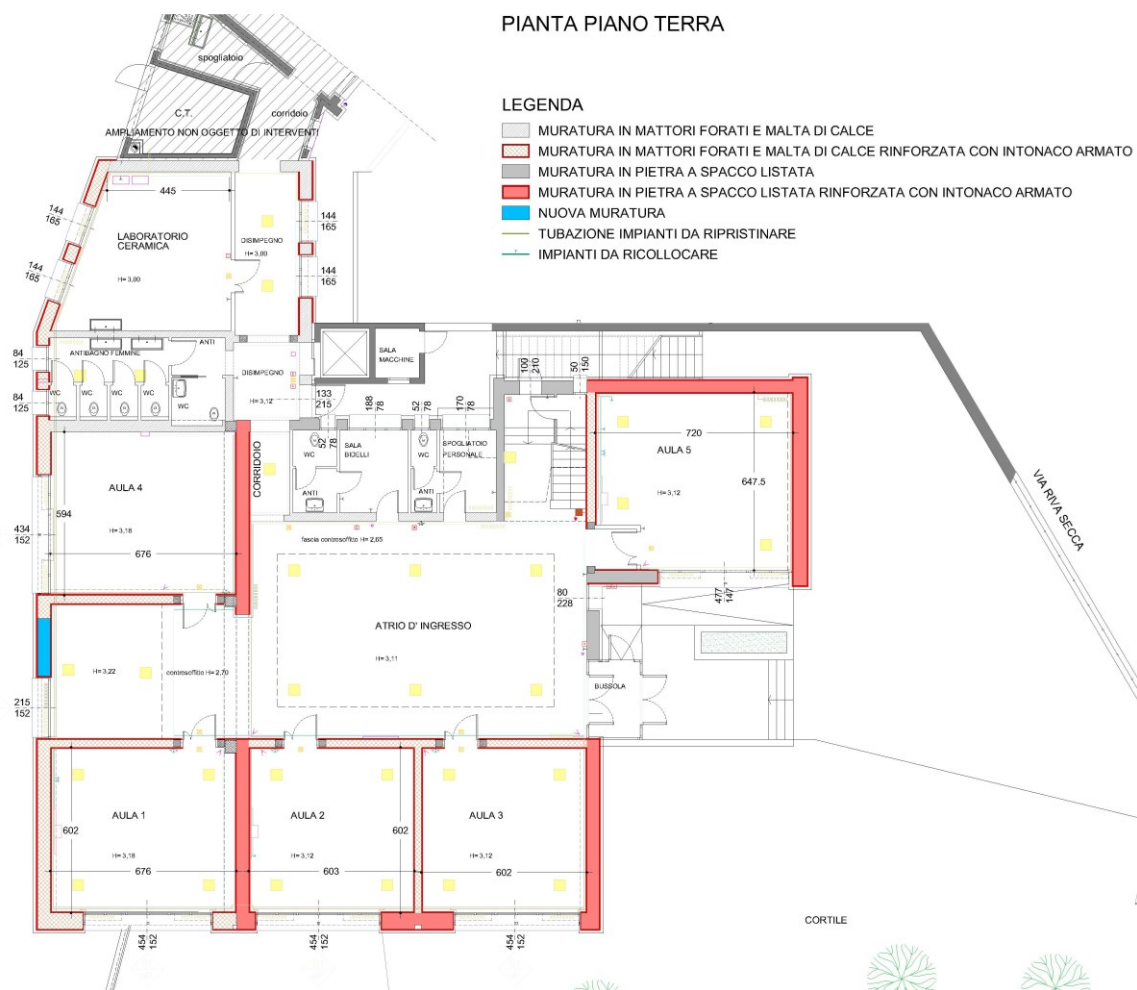


Fig. 28 Pianta piano terra

SECONDO STRALCIO

- 2) Rinforzo delle murature perimetrali, in pietra o laterizio, dei prospetti sud-ovest, nord-ovest e sud-est, tranne l'area d'ingresso, e della parete nord delle aule 5 e 9 mediante la realizzazione su entrambe le superfici di intonaco armato di spessore 3 cm con reti in materiale composito preformato GFRP e malta da intonaco strutturale. Le murature perimetrali del sottotetto saranno invece rinforzate con realizzazione di intonaco armato solo sulla superficie esterna. L'intervento viene realizzato previa spiccozzatura dell'intonaco esistente per migliorare l'aderenza del rinforzo. Una volta completata l'operazione verrà realizzato un nuovo cappotto sulla facciate esterne in modo da conservare i prospetti;
- 3) Rinforzo delle principali murature interne al piano terra e al primo piano mediante la realizzazione su entrambe le superfici di intonaco armato di spessore 3 cm con reti in materiale composito preformato GFRP e malta da intonaco strutturale. L'intervento viene realizzato previa spiccozzatura dell'intonaco esistente per migliorare l'aderenza del rinforzo;

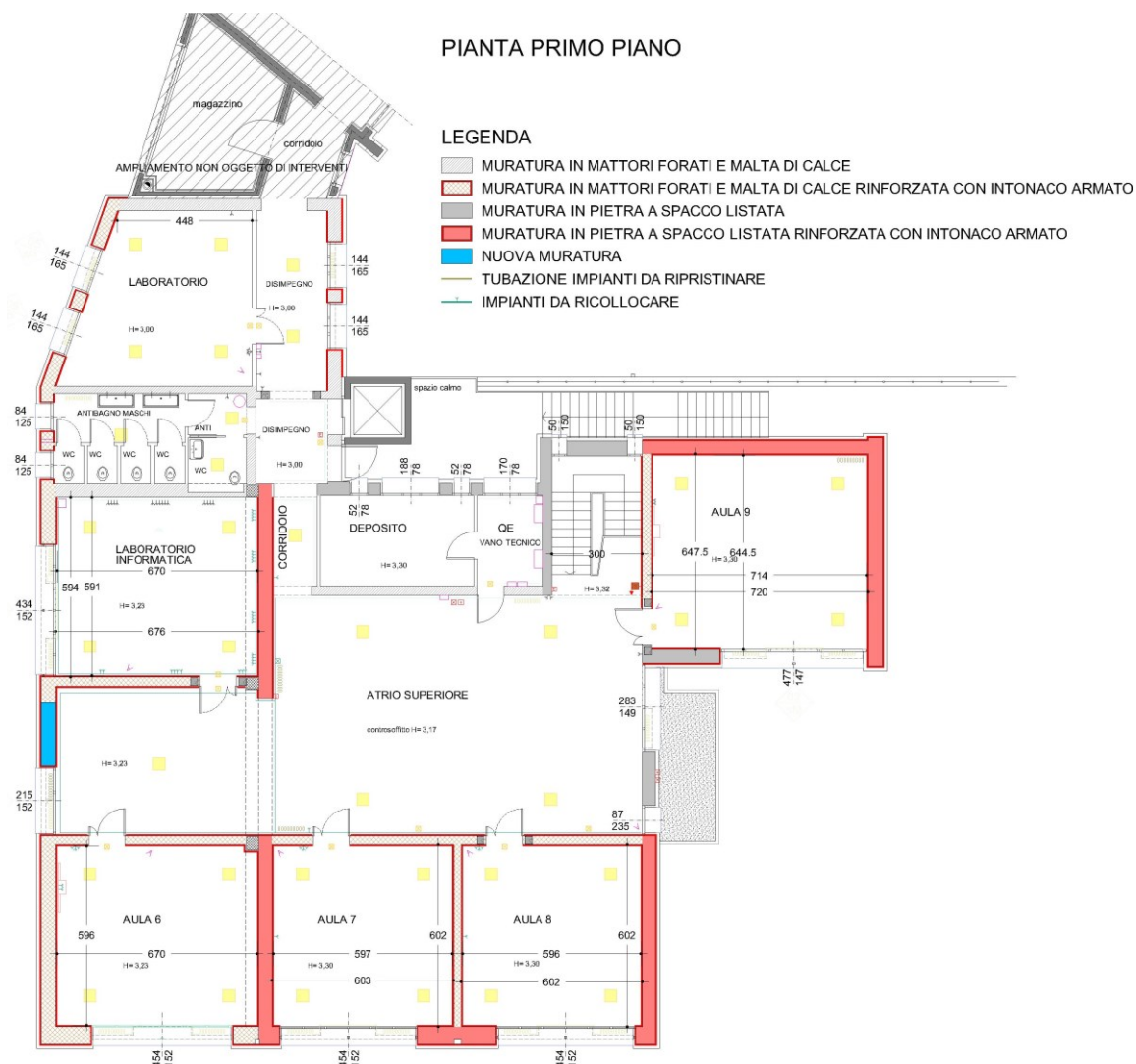


Fig. 29 Pianta primo piano

- 4) L'aumento della superficie dei setti murari esistenti resistenti all'azione sismica nelle murature perimetrali mediante la parziale chiusura delle finestre sul prospetto nord-ovest del corridoio dell'atrio del piano terra e del primo piano dei bagni. Il tamponamento verrà realizzato con muratura in mattoni forati (bimattoni o simili) con malta a prestazione garantita M10 tale da assicurare caratteristiche di resistenza molto simili a quelle "in situ";
- 5) Eliminazione della discontinuità tra i solai in corrispondenza della ripresa tra il primo ed il secondo stralcio e tra il secondo e terzo stralcio con la realizzazione di travi di collegamento ad ogni piano.



PROSPETTO SUD-EST

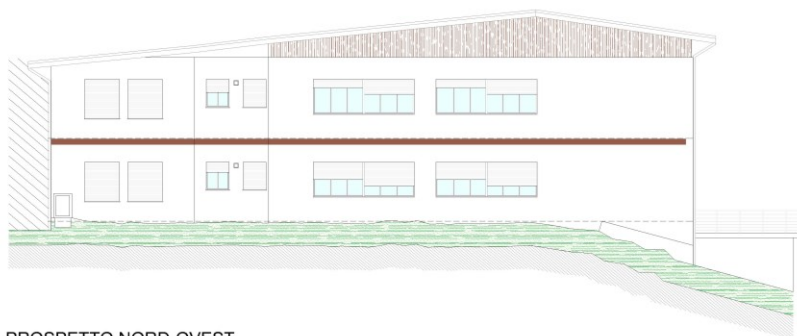


PROSPETTO SUD-OVEST

Fig. 30 Prospetti



PROSPETTO NORD-EST



PROSPETTO NORD-OVEST

Fig. 31 Prospetti

ANALISI STRUTTURALE

L'intervento descritto modifica significativamente il comportamento delle murature e delle fondazioni dell'edificio pur mantenendo la stessa conformazione planimetrica.

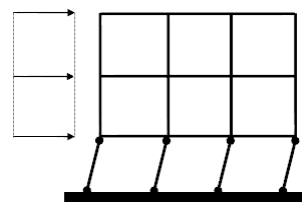
L'edificio in muratura rimane regolare in elevazione e non regolare in pianta.

Per poter adeguatamente considerare tutte le strutture portanti presenti nell'edificio, il metodo scelto per l'analisi del progetto di miglioramento dell'edificio sede della Scuola Elementare "A. Canova" di Segusino è quello denominato **pushover (o analisi statica non lineare)** ed è effettuato tramite il programma MasterSAP della AMV S.r.l..

DESCRIZIONE ANALISI PUSHOVER

La normativa italiana (D.M. 17.01.2018 e Circ. 617/2009), per valutare la resistenza sismica di edifici in muratura, consente di applicare le seguenti tipi di analisi:

- Statica lineare;
- Dinamica lineare;
- Statica non lineare (pushover);
- Dinamica non lineare.



Nelle pagine precedenti per la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio in esame è stata applicata l'analisi statica lineare.

Per i sistemi dissipativi, come lo sono gli edifici in muratura, i metodi di analisi lineari sono molto restrittivi, in quanto sottostimano le capacità di resistenza e deformative dei materiali. Metodi di analisi più adatti sono invece quelli non lineari (statica e dinamica). Risultati più accurati vengono restituiti da modelli dinamici, ma vista la mole di operazioni, le difficoltà operative ed i rari programmi che lo hanno implementato, rendono il metodo praticamente inutilizzabile.

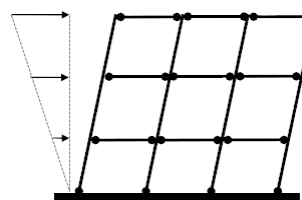


Fig. 32 Analisi Pushover

L'unica tipologia di analisi più accurata applicabile è quella statica non lineare, detta anche *pushover*. Il pushover (o analisi statica non lineare) è un tipo di analisi nella quale le forze o gli spostamenti orizzontali (fig. 32), che riproducono staticamente l'azione sismica, vengono gradualmente incrementati fino a portare la struttura al raggiungimento delle condizioni ultime.

La risposta non lineare della struttura è causata dal comportamento assunto dagli elementi resistenti, comportamento che viene descritto attraverso, ad esempio delle 'plasticità concentrate' (cerniere plastiche).

Oltre a determinare stato deformativo e tensionale della struttura per ogni singolo incremento dell'azione orizzontale, l'analisi pushover permette di descrivere il comportamento "complessivo" della struttura attraverso la costruzione di una curva che in ascissa riporta lo spostamento della struttura (in

particolare di un suo "punto di controllo") ed in ordinata il taglio alla base che ha prodotto quel valore di spostamento.

Si ottiene così una misura della capacità in termini di spostamento della struttura (da cui curva di capacità) che viene poi confrontata con la domanda, sempre in termini di spostamento, dettata dallo spettro di progetto stabilito dalla norma.

Per edifici esistenti in muratura è possibile utilizzare l'analisi statica non lineare indipendentemente dalla percentuale di massa partecipante al primo modo (Circ. C8.7.1.4).

L'analisi pushover per strutture in muratura viene eseguita mediante modelli a macroelementi (telaio equivalente con elementi trave/pilastro).

Le capacità ultime a taglio e momento di un maschio murario sono entrambe funzione dello sforzo normale agente, mentre le deformazioni ultime sono funzione dell'altezza del pannello.

Come specificato nella NTC 2018, lo spostamento ultimo per cerniere a pressoflessione viene assunto pari allo 0,8% dell'altezza del pannello nel caso di elementi nuovi, 0,6% nel caso di elementi esistenti. Lo spostamento ultimo per cerniere a taglio viene assunto pari allo 0,4% dell'altezza del pannello.

Per quanto riguarda le combinazioni di carico, le NTC 2018 prevedono, al § 7.3.4, l'applicazione di almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali e l'altra nelle distribuzioni secondarie. Essendo le combinazioni di carico in questione finalizzate a realizzare il pushover, vengono predisposte in modo da dar luogo a una distribuzione principale proporzionale alle forze statiche e una distribuzione secondaria conseguente a una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (proporzionale alle masse).

Per ciascuna di queste distribuzioni di forze la norma richiede di indagare il comportamento della struttura in entrambi i versi delle due direzioni principali di applicazione del sisma e di considerare anche la possibile eccentricità accidentale. Questo significa che per verificare una struttura servirà eseguire almeno 24 diverse analisi non lineari.

Il metodo pushover consiste nell'applicare contemporaneamente dei carichi verticali ed alcune distribuzioni di forze o spostamenti orizzontali via via crescenti alla struttura, in modo da studiarne la risposta in termini elasto plastici fino al raggiungimento delle condizioni ultime. Nella presente analisi si utilizza il metodo dell'incremento di spostamento di un nodo sommitale e del controllo dello spostamento medio del livello considerato, che viene incrementato passo-passo durante l'analisi così da determinare di volta in volta il valore del taglio alla base che equilibra lo spostamento della struttura.

L'analisi pushover prevede le seguenti verifiche globali del comportamento della struttura:

- Lo spostamento ultimo della struttura sia inferiore a quello della rispettiva domanda sismica: $d_{\max(SLU)}^* \leq d_U^*$.
- Lo spostamento al limite di danno della struttura sia inferiore a quello della rispettiva domanda sismica: $d_{\max(SLD)}^* \leq d_d^*$.
- Lo spostamento al limite di operatività della struttura sia inferiore a quello della rispettiva domanda sismica: $d_{\max(SLO)}^* \leq d_o^*$.
- Nel caso di muratura: $q^* \leq 3$ [NTC § 7.8.1.6].

DESCRIZIONE MATERIALI

Le strutture principali, su cui vengono distribuite nella verifica gli sforzi orizzontali derivanti dall'azione sismica, sono costituite da murature ordinarie in pietra o in laterizio.

Nel progetto di adeguamento sismico buona parte dei maschi murari perimetrali ed i principali interni verranno rinforzati con intonaco armato mediante l'applicazione di rete in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P., connettori a L in F.R.P. ancorati chimicamente e intonaco.

Il tamponamento delle finestre del corridoio verrà realizzato con muratura in mattoni forati con malta a prestazione garantita tale da assicurare caratteristiche di resistenza molto simili a quelle rilevate "in situ" nei setti esistenti.

Sulla base delle prove effettuate e utilizzando i valori della tabella C8A.2.1 della Circolare 617, applicando i coefficienti correttivi della tabella C8A.2.2 della Circolare 617 e dividendo per il fattore di confidenza, FC = 1,2 si erano ottenuti i seguenti valori per i parametri meccanici dei materiali:

Tipologia di muratura	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Muratura in pietra a conci sbozzati listata con laterizi	$\frac{200}{1,2} = 166,67$	$\frac{3,44}{1,2} = 2,86$	820	273	20
Muratura in mattoni forati 1° blocco	$\frac{350}{1,2} = 291,67$	$\frac{11,5}{1,2} = 9,58$	875	787	12
Muratura in mattoni semipieni 2° blocco	$\frac{650}{1,2} = 541,6$	$\frac{28}{1,2} = 23,33$	3.792	1.125	15

Tab. 8: Valori dei parametri meccanici dei materiali

I valori di riferimento per la muratura rinforzata con intonaco armato si ottengono dai valori precedenti applicando i coefficienti migliorativi indicati nella Tabella C8A.2.2 detraendo l'eventuale miglioramento per le connessioni trasversali già conteggiato. Il coefficiente indicato in tabella è applicato sia ai parametri di resistenza (f_m e τ_0), sia ai moduli elastici (E e G).

Tipologia di muratura	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Muratura in pietra a conci sbozzati listata con laterizi rinforzata con intonaco armato	$166,67 \cdot 2 = 333,3$	$2,86 \cdot 2 = 5,72$	1.640	546	20,6
Muratura in mattoni forati 1° blocco rinforzata con intonaco armato	$291,67 \cdot 1,5 = 437,5$	$9,58 \cdot 1,5 = 14,37$	1.312	1.180	13,7
Muratura in mattoni semipieni 2° blocco rinforzata con intonaco armato	$541,6 \cdot 1,2 = 649,9$	$23,33 \cdot 1,2 = 28$	4.550	1.350	16,3

Tab. 8: Valori di riferimento dei materiali

Il coefficiente parziale di sicurezza da utilizzare per il progetto sismico di strutture in muratura è pari a $\gamma_m = 2$, mentre per l'analisi Pushover si può assumere un valore $\gamma_m = 1$ come da NTC. I moduli di elasticità normale E e tangenziale G sono da considerarsi relativi a condizioni non fessurate, per cui le rigidezze nei calcoli sono stati opportunamente ridotti.

NUOVI MATERIALI STRUTTURALI

La nuova muratura portante sarà realizzata secondo le prescrizioni dei punti 4.5, 7.8 e 11.10 delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al D.M. 17.01.18, ed avrà le seguenti caratteristiche:

- Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita, secondo le prescrizioni della UNI EN 998-2, di classe pari o superiore a **M10** (Resistenza a compressione 10 N/mm²);
- Laterizi con resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento ≥ 15 N/mm².

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di f_k è stato dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la Tabella 11.10.V. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	M 15	M 10	M 5	M 2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (N/mm²)

RESISTENZA A TAGLIO

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni, il valore di f_{vko} può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite la Tabella 11.10.VII.

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vko} (N/mm ²)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vko} (N/mm²)

CARATTERISTICHE DI PROGETTO

Tipologia di muratura	f_{bk} [daN/cm ²]	f_{vko} [daN/cm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	w [kN/m ³]
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia	67	3	6.700	2.680	16

Tab. 9: Valori dei parametri meccanici della nuova muratura

12. VERIFICA SISMICA PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SCUOLA ELEMENTARE

Il metodo scelto per l'analisi della Scuola Elementare di Segusino è quello denominato pushover o statico non lineare. In base ai dati raccolti, ai rilievi, ai rinforzi e alle nuove strutture previste, si è costruito il seguente modello tridimensionale.

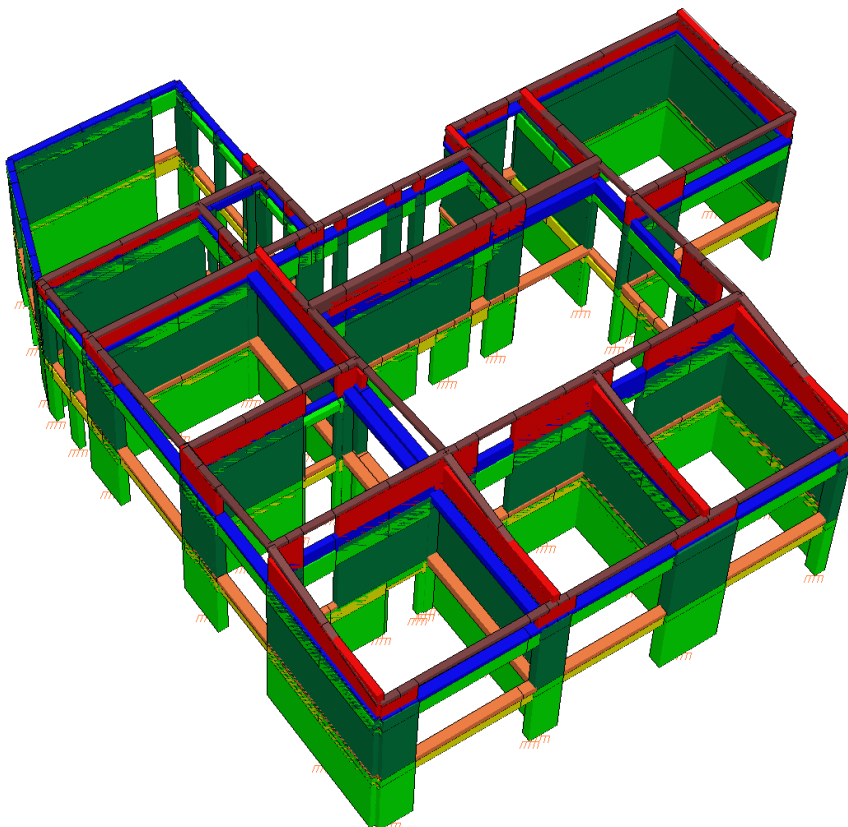


Fig. 33 Visione assometrica modello tridimensionale

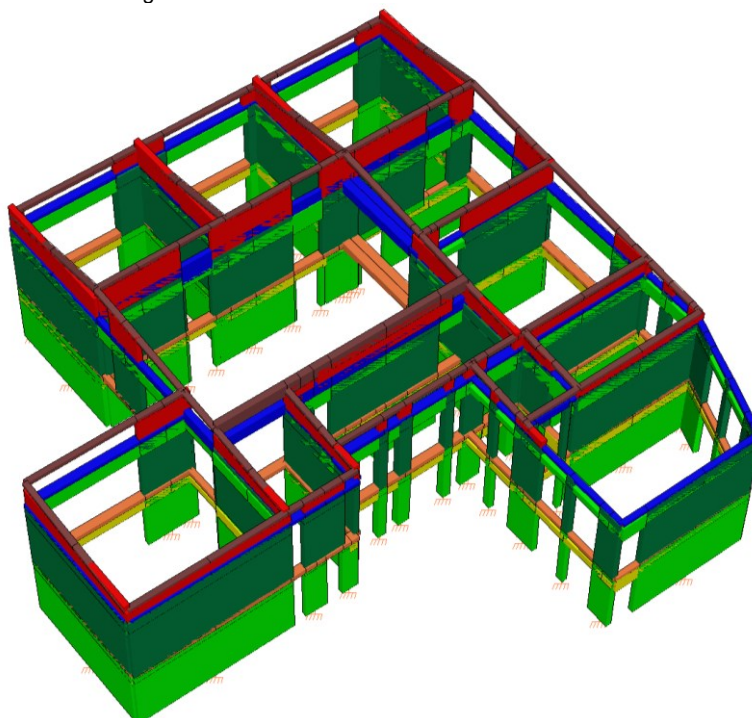


Fig. 34 Visione assometrica modello tridimensionale

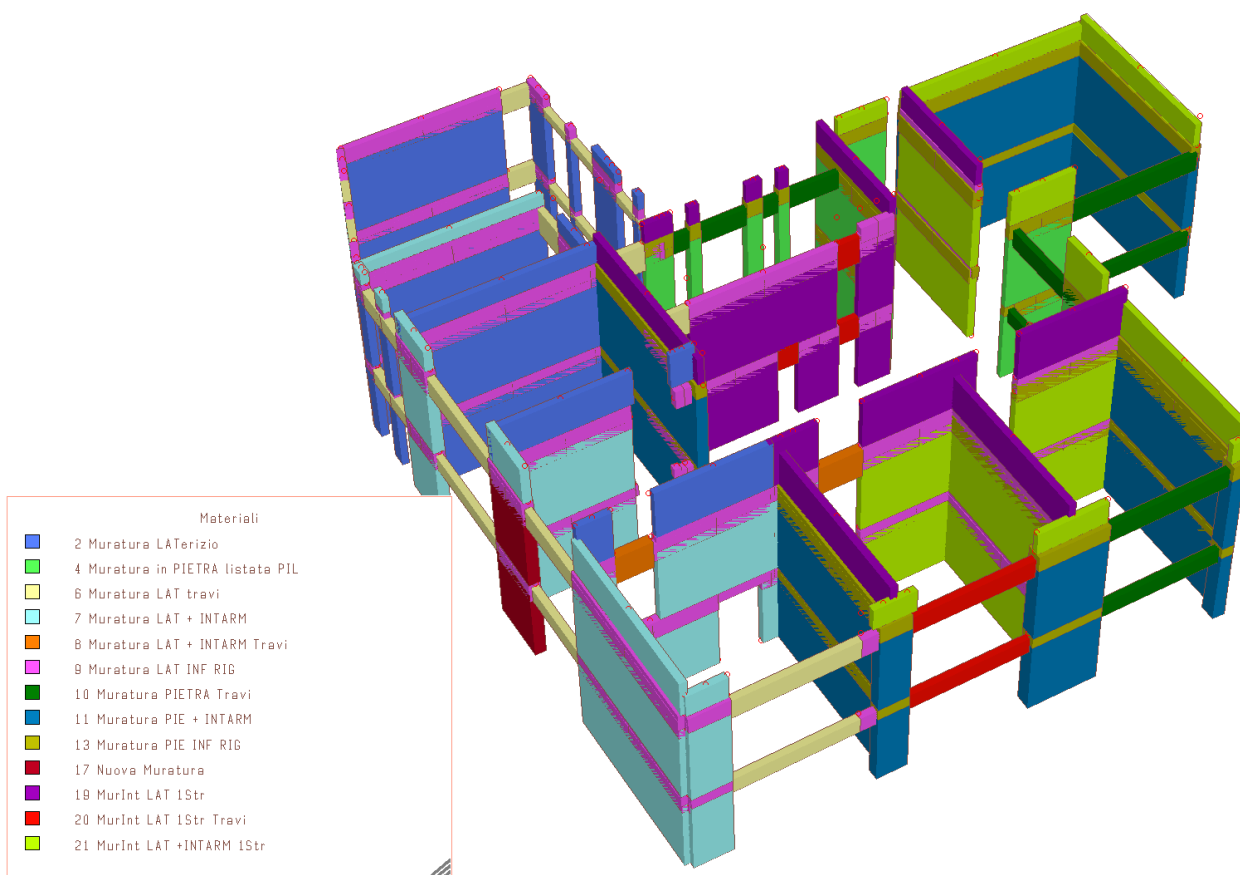


Fig. 35 Visione assometrica con indicazione delle strutture in muratura

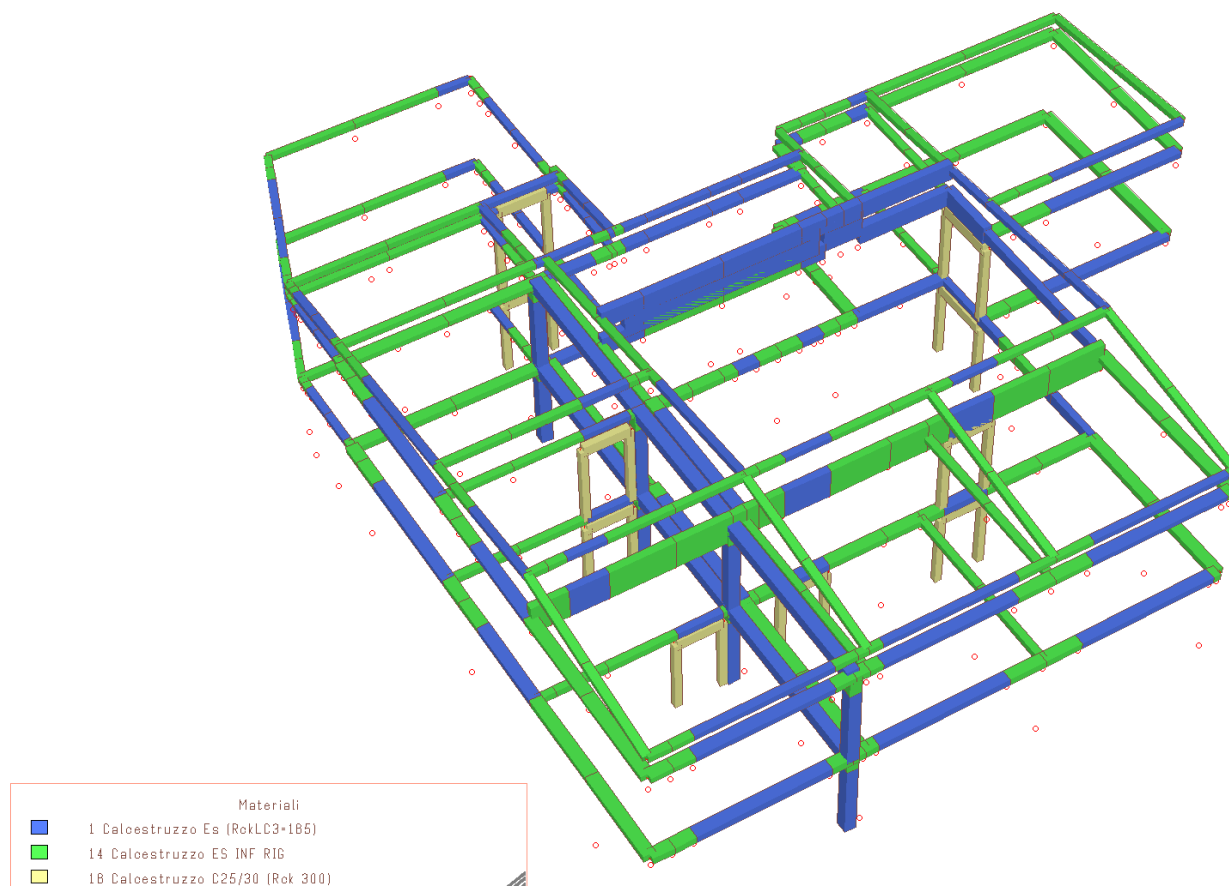


Fig. 36 Visione assometrica con indicazione delle strutture in c.a.

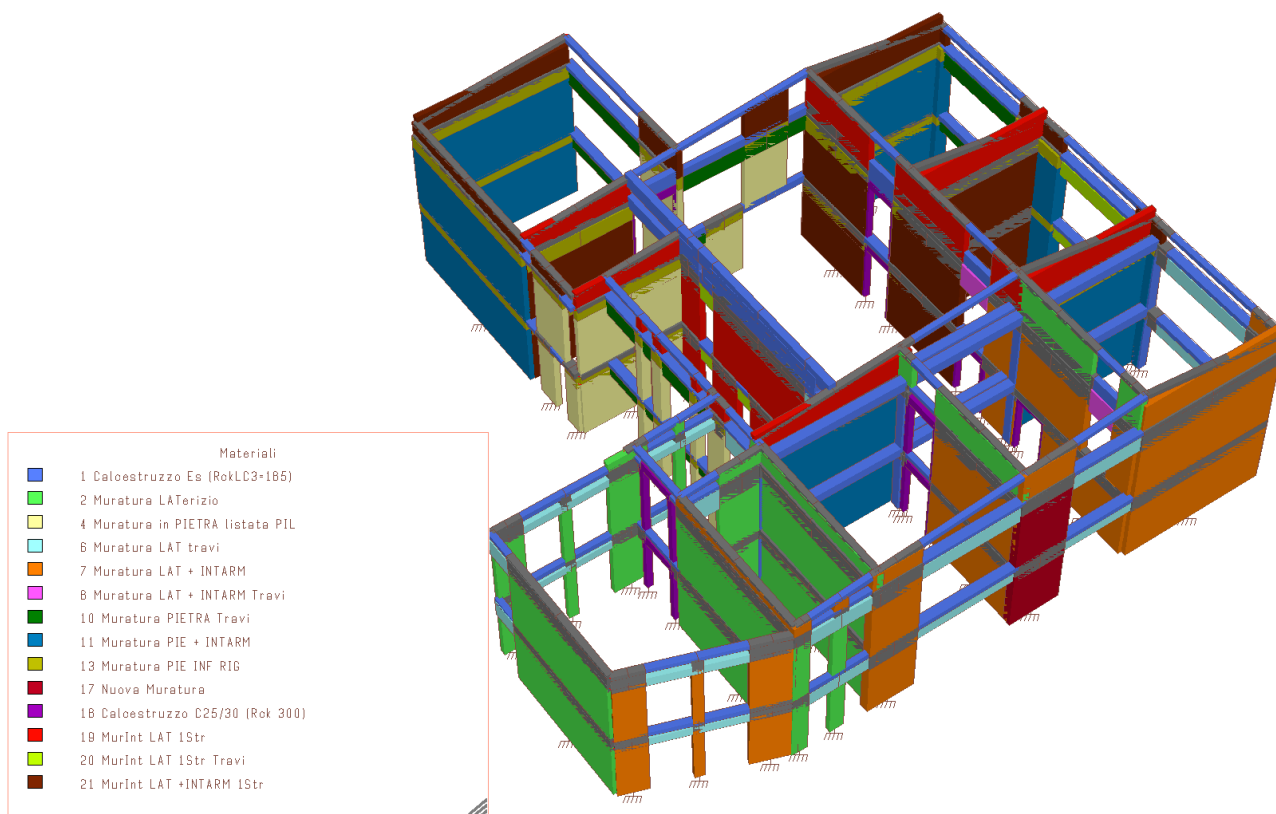


Fig. 37 Visione assonometrica con indicazione dei materiali

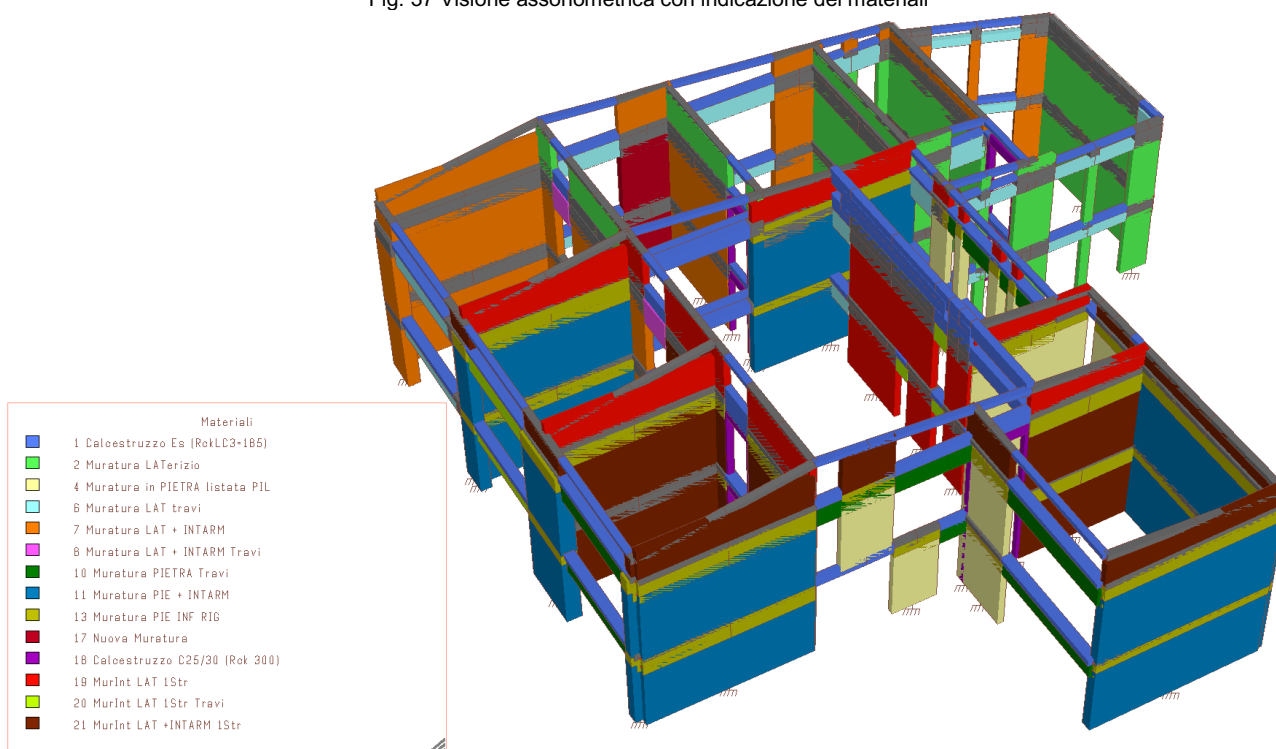


Fig. 38 Visione assonometrica con indicazione dei materiali

Definizione telaio equivalente

A partire da geometria ed oggetti strutturali inseriti vengono ricavati i dati per l'analisi secondo un modello a telaio equivalente. Il risultato di questa analisi è la presentazione di una mesh che schematizza maschi, fasce, travi e pilastri.

COMUNE DI SEGUSINO
PROVINCIA DI TREVISO
PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO
PROGETTO ESECUTIVO – 1° STRALCIO
RELAZIONE DI CALCOLO

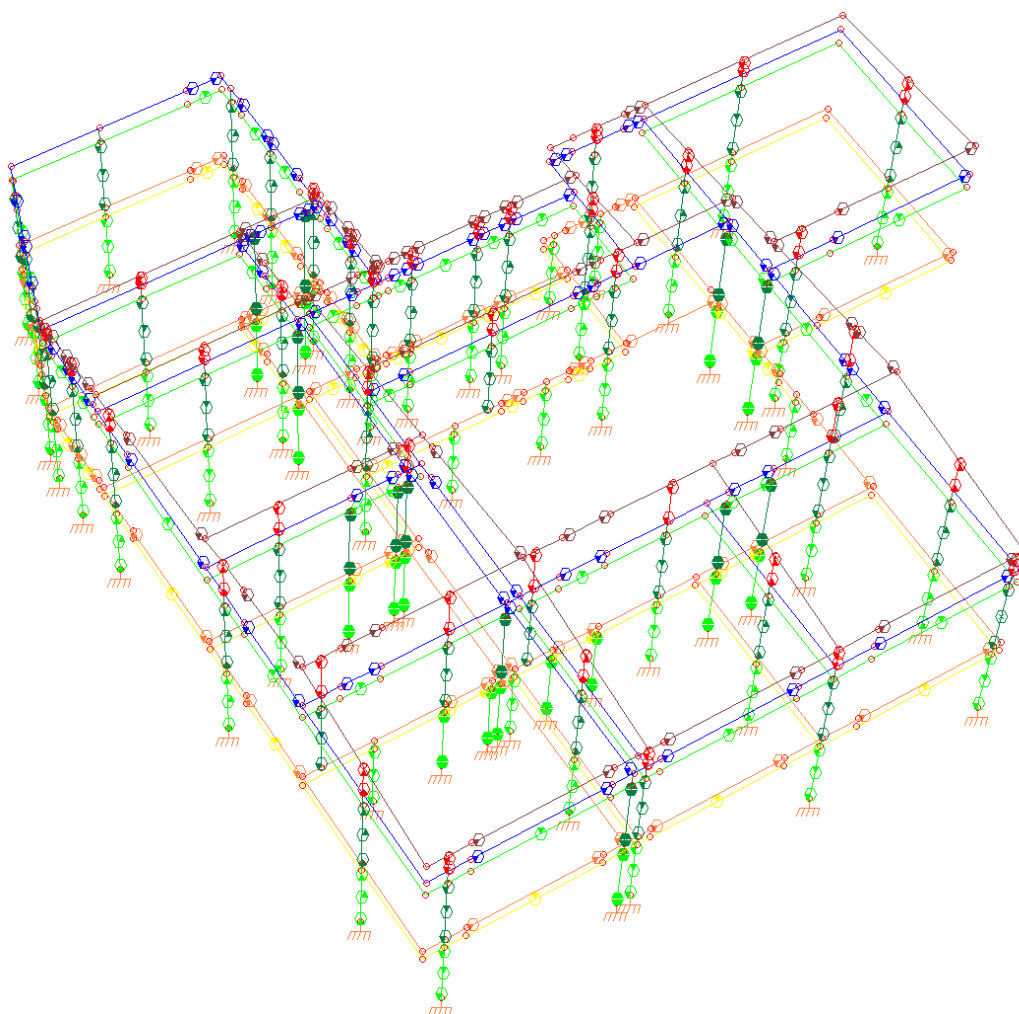


Fig. 39 Visione assonometrica del modello da sottoporre all'analisi pushover con evidenziazione delle cerniere plastiche

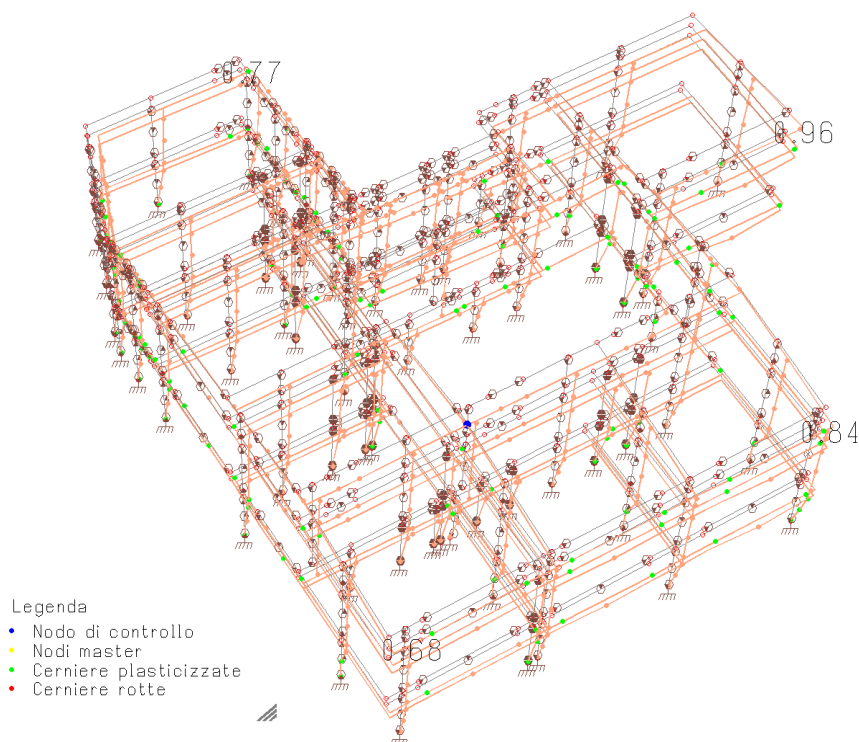


Fig. 40 Deformata al passo 17 della Combinazione 8 (fattore di scala 100)

Dall'analisi pushover si sono ricavati i seguenti risultati per le combinazioni di carico n. 8 e n. 16, risultate le più sfavorevoli:

- Lo spostamento ultimo della struttura è superiore a quello della rispettiva domanda sismica:

$$d_{\max(\text{SLU})}^* = 0,952 \text{ cm} > d_u^* = 0,649 \text{ cm}$$

e pertanto il **comportamento della struttura allo SLU non risulta verificato**.

- Lo spostamento al limite di danno della struttura è inferiore a quello della rispettiva domanda sismica:

$$d_{\max(\text{SLD})}^* = 0,072 \text{ cm} \leq d_d^* = 0,190 \text{ cm}$$

e pertanto il comportamento della struttura allo SLD risulta verificato.

- Lo spostamento al limite di operatività della struttura sia inferiore a quello della rispettiva domanda sismica:

$$d_{\max(\text{SLO})}^* = 0,153 \leq d_o^* = 0,190$$

e pertanto il comportamento della struttura allo SLO risulta verificato.

- $q^* = 1,83 \leq 4,0$ con $\alpha_u/\alpha_1 = 2,5$ inferiore a quello richiesto in NTC § 7.8.1.6 e pertanto verificato

Il grafico Sistema reale (MDOF – Multi degree of freedom) di fig. 41 riporta la curva di capacità della struttura modellata. La curva fornisce lo spostamento del nodo di controllo in corrispondenza di un certo valore delle forze laterali applicate alla struttura reale.

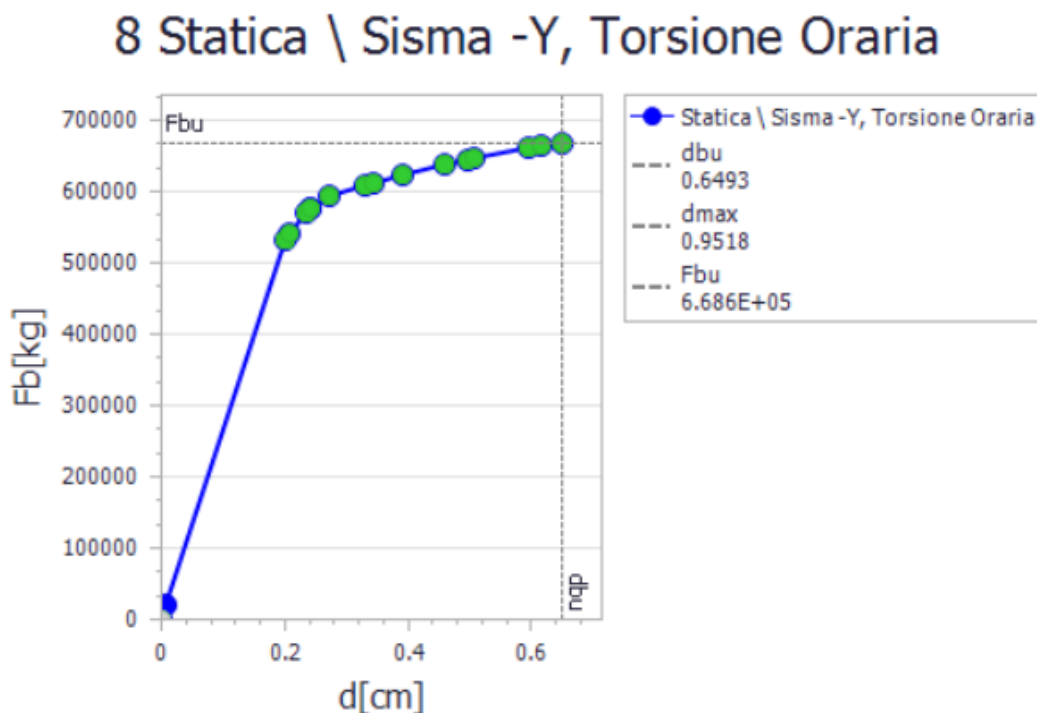


Fig. 41 Curva MDOF della Combinazione 8

I punti in verde definiscono delle cerniere plastiche che raggiungono lo snervamento ed iniziano la fase di plasticizzazione, mentre quelli in rosso corrispondono a cerniere che terminano la fase plastica e giungono a rottura. Ogni qualvolta una cerniera giunge a rottura il modello subisce un'improvvisa perdita di

resistenza. Le sollecitazioni vengono ridistribuite sugli altri elementi e il sistema continua a deformarsi finché nel modello si plasticizza una quantità tale di sezioni da creare un cinematismo che rende labile la struttura stessa.

4 Statica \ Sisma -Y, Torsione Antioraria

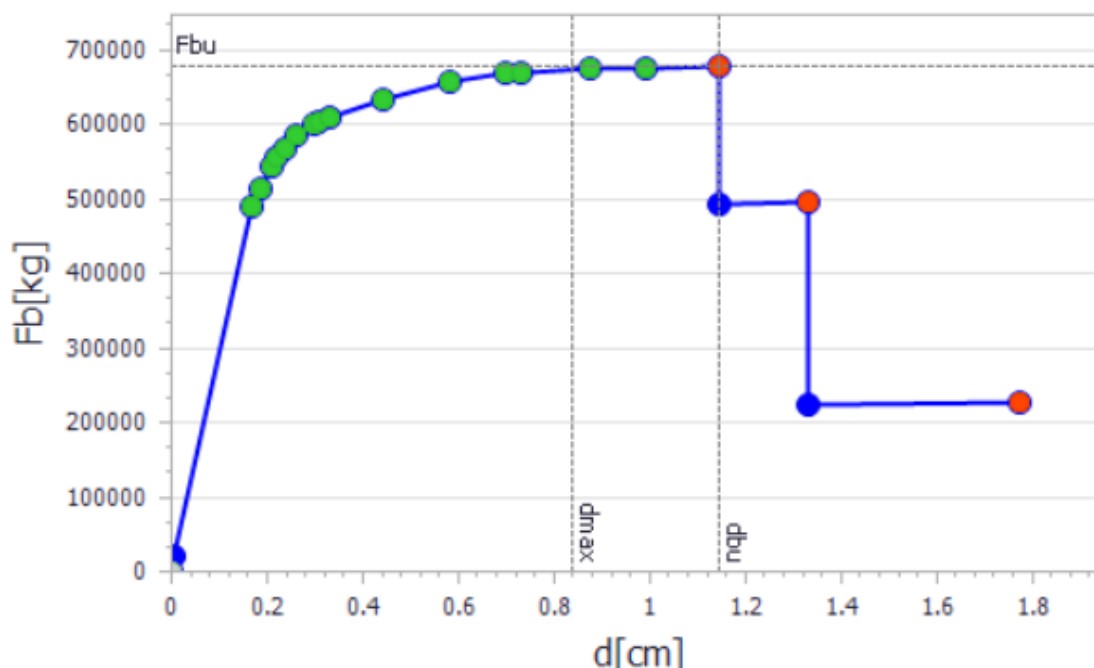


Fig. 42 Curva MDOF della Combinazione 4

Il sistema reale a molti gradi di libertà (MDOF) viene trasformato in un sistema equivalente (fig. 43) ad un unico grado di libertà (SDOF – Single degree of freedom), mediante il procedimento riportato nella norma, dividendo per il fattore Γ la curva di capacità del sistema reale.

8 Statica \ Sisma -Y, Torsione Oraria

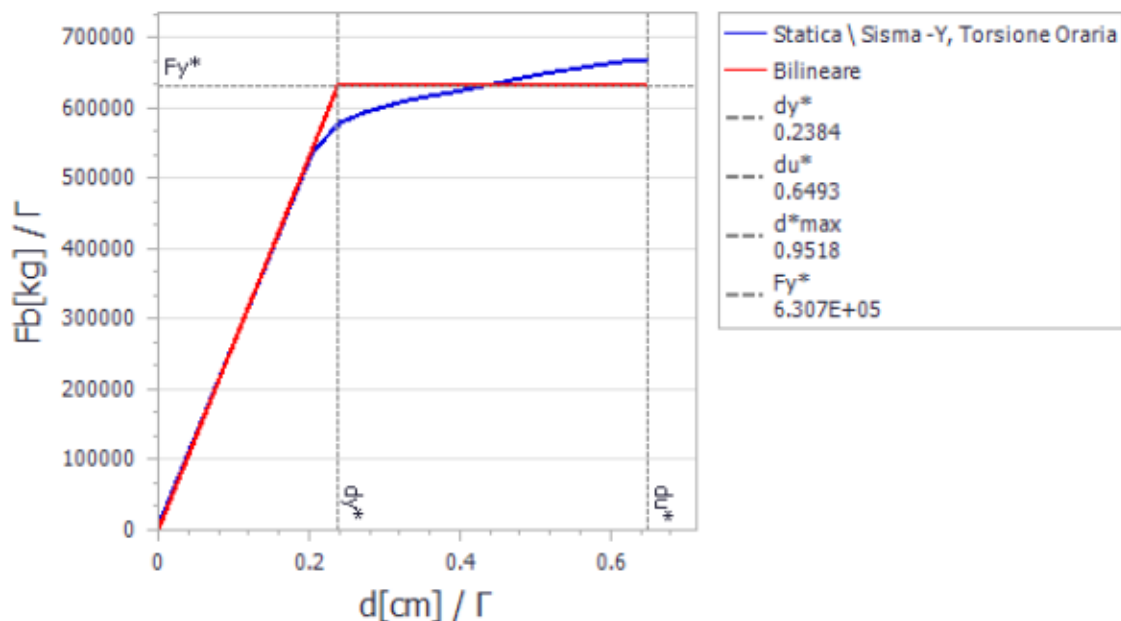


Fig. 43 Curva SDOF della Combinazione 8

Il grafico evidenzia in blu la curva di capacità del sistema equivalente ed in viola la schematizzazione bilineare equivalente, ovvero ad uguale dissipazione di energia.

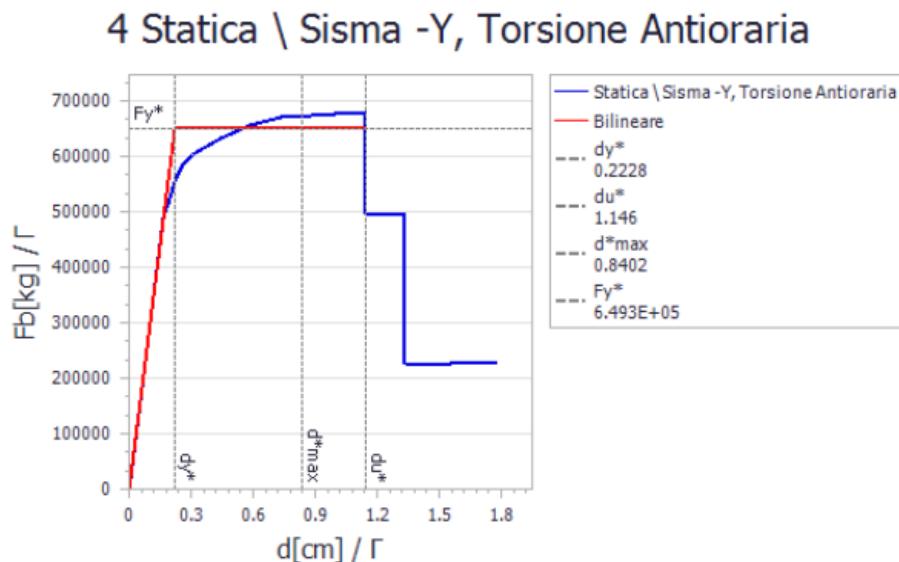


Fig. 44 Curva SDOF della Combinazione 4

Il risultato principale dell'analisi pushover è la curva di capacità del sistema reale. Questa viene ridotta ad un sistema equivalente ad un solo grado di libertà per poter poi essere confrontata con la domanda sismica che viene ricavata dallo spettro sismico.

Il grafico di fig. 45 riporta il confronto fra spettro sismico nel formato ADRS (Acceleration Displacement Response Spectrum) e capacità della struttura in termini di accelerazione (in ordinata l'accelerazione sismica e in ascissa lo spostamento).

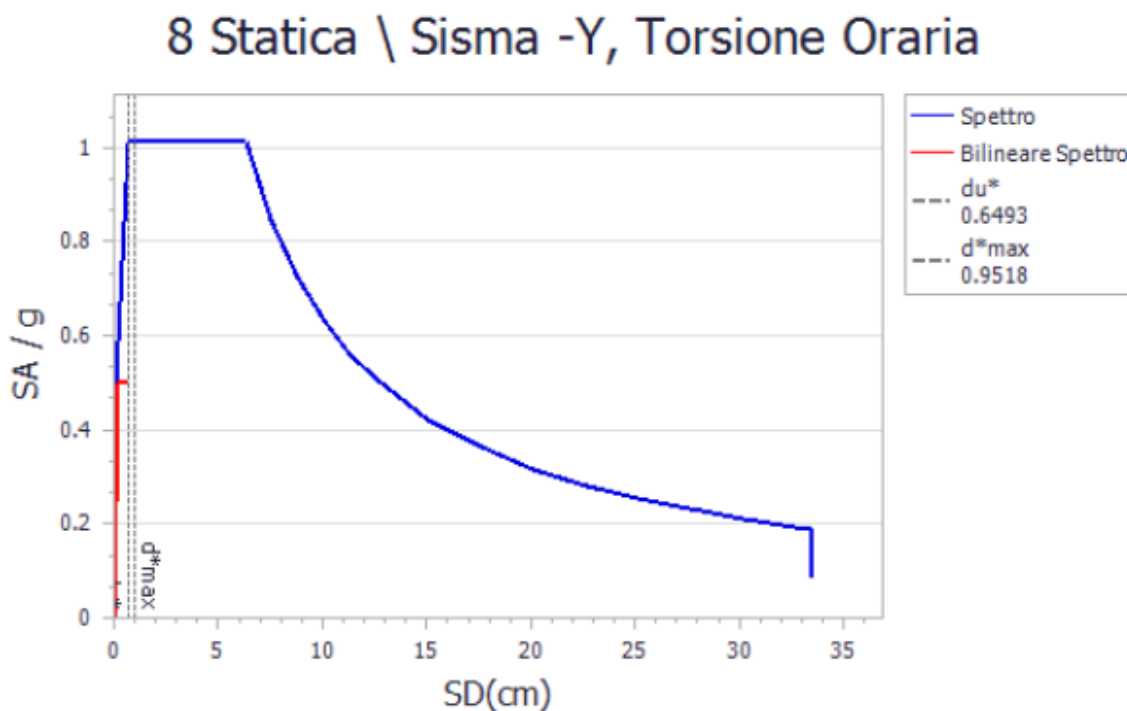


Fig. 45 Spettro ADRS della Combinazione 8

Il grafico riporta in blu la curva dello spettro sismico elastico relativo allo SLU e in rosso lo spettro di capacità del sistema equivalente ad un grado di libertà.

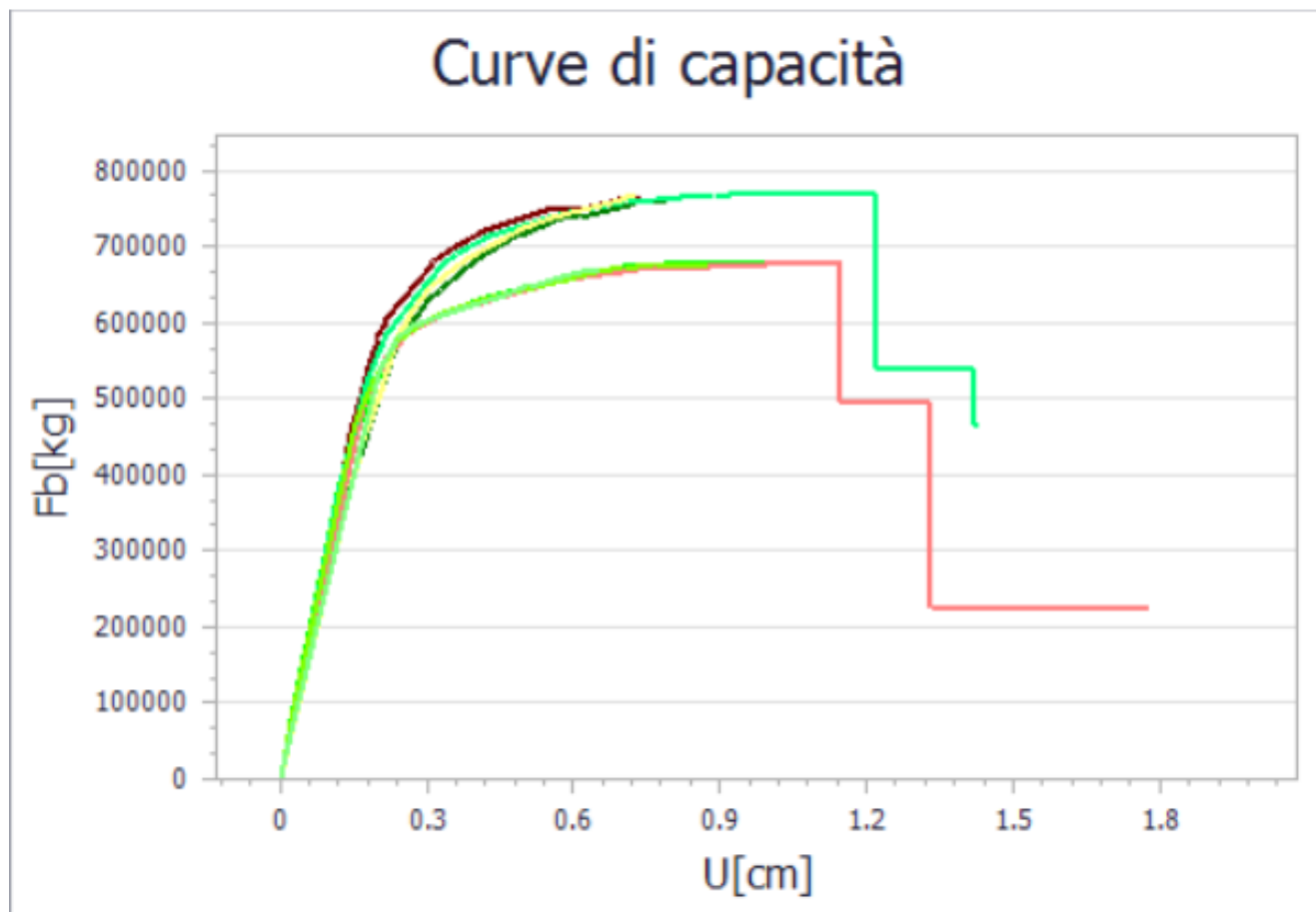


Fig. 46 Curve MDOF di confronto delle 16 combinazioni

N.	Nome	Carico sismico	Dir.	d*Max (SLU)	du*	d*Max (SLD)	dd*	d*Max (SLO)	do*	q*	au/a1
1	Statica \ Sisma +X, Torsi...	Gruppo 1 - a	+X	0.951	0.790	0.078	0.242	0.166	0.242	1.645	2.5
2	Statica \ Sisma -X, Torsi...	Gruppo 1 - a	-X	0.749	0.735	0.064	0.197	0.132	0.197	1.549	2.5
3	Statica \ Sisma +Y, Torsi...	Gruppo 1 - a	+Y	0.872	1.096	0.068	0.192	0.144	0.192	1.732	2.5
4	Statica \ Sisma -Y, Torsi...	Gruppo 1 - a	-Y	0.840	1.146	0.066	0.182	0.136	0.182	1.733	2.5
5	Statica \ Sisma +X, Torsi...	Gruppo 1 - a	+X	0.767	1.219	0.067	0.213	0.139	0.213	1.524	2.5
6	Statica \ Sisma -X, Torsi...	Gruppo 1 - a	-X	0.940	0.732	0.077	0.240	0.165	0.240	1.634	2.5
7	Statica \ Sisma +Y, Torsi...	Gruppo 1 - a	+Y	0.826	0.873	0.064	0.180	0.132	0.180	1.748	2.5
8	Statica \ Sisma -Y, Torsi...	Gruppo 1 - a	-Y	0.952	0.649	0.072	0.190	0.153	0.190	1.830	2.5
9	Statica \ Uniforme +X, T...	Gruppo 2 - a	+X	0.951	0.790	0.078	0.242	0.166	0.242	1.645	2.5
10	Statica \ Uniforme -X, To...	Gruppo 2 - a	-X	0.749	0.735	0.064	0.197	0.132	0.197	1.549	2.5
11	Statica \ Uniforme +Y, T...	Gruppo 2 - a	+Y	0.872	1.096	0.068	0.192	0.144	0.192	1.732	2.5
12	Statica \ Uniforme -Y, To...	Gruppo 2 - a	-Y	0.840	1.146	0.066	0.182	0.136	0.182	1.733	2.5
13	Statica \ Uniforme +X, T...	Gruppo 2 - a	+X	0.767	1.219	0.067	0.213	0.139	0.213	1.524	2.5
14	Statica \ Uniforme -X, To...	Gruppo 2 - a	-X	0.940	0.732	0.077	0.240	0.165	0.240	1.634	2.5
15	Statica \ Uniforme +Y, T...	Gruppo 2 - a	+Y	0.826	0.873	0.064	0.180	0.132	0.180	1.748	2.5
16	Statica \ Uniforme -Y, To...	Gruppo 2 - a	-Y	0.952	0.649	0.072	0.190	0.153	0.190	1.830	2.5

Tab. 10 Tabella riepilogativa dell'analisi pushover

INDICATORE DEL RISCHIO PER LA VITA

Per determinare la pericolosità per la vita umana che avrebbe un sisma agente sulla scuola è stato definito un indicatore del rischio per la vita α_{uv} ed un indicatore del rischio di inagibilità α_e .

Si è proceduto con l'analisi non-lineare alla ricerca della massima accelerazione al suolo PGA_{CLV} che le strutture sono in grado di sopportare con danni importanti e con significative riduzioni di resistenza e rigidezza laterali, pur mantenendo una residua resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali.

Il rapporto fra l'accelerazione così determinata e il valore di riferimento dell'accelerazione PGA_{DLV} al suolo attesa per la zona è l'indicatore di rischio per la vita α_{uv} :

$$\alpha_{uv} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}}$$

Valori prossimi all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.

L'accelerazione ricavata dalla normativa per classe d'uso III, per le costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti quale gli edifici scolastici, per la zona è pari a 0,266 g, ha una probabilità di verificarsi del 10% in 50 anni e cioè con un periodo di ritorno del sisma di 712 anni.

STATO LIMITE ULTIMO PER CLASSE III						
Combinazione	$T_{R,C}$	$T_{R,D}$	R_{CD}	PGA_c	PGA_D	α_u
1) Statica \ Sisma +X, Tors +	499	712	0.864	0,377	0,420	0.897
2) Statica \ Sisma -X, Tors +	691	712	0.988	0,417	0,420	0.992
3) Statica \ Sisma +Y, Tors +	1276	712	1.271	0,490	0,420	1.167
4) Statica \ Sisma -Y, Tors +	1663	712	1.418	0,519	0,420	1.237
5) Statica \ Sisma +X, Tors -	>2475	712	>1.670	>0,571	0,420	>1.336
6) Statica \ Sisma -X, Tors -	444	712	0.823	0,363	0,420	0.864
7) Statica \ Sisma +Y, Tors -	804	712	1.051	0,435	0,420	1.036
8) Statica \ Sisma -Y, Tors -	342	712	0.740	0,334	0,420	0.795
9) Statica \ Uniforme +X, Tors +	499	712	0.864	0,377	0,420	0.897
10) Statica \ Uniforme -X, Tors +	691	712	0.988	0,417	0,420	0.992
11) Statica \ Uniforme +Y, Tors +	1276	712	1.271	0,490	0,420	1.167
12) Statica \ Uniforme -Y, Tors +	1663	712	1.418	0,519	0,420	1.237
13) Statica \ Uniforme +X, Tors -	>2475	712	>1.670	>0,571	0,420	>1.336
14) Statica \ Uniforme -X, Tors -	444	712	0.823	0,363	0,420	0.864
15) Statica \ Uniforme +Y, Tors -	804	712	1.051	0,435	0,420	1.036
16) Statica \ Uniforme -Y, Tors -	342	712	0.740	0,334	0,420	0.795

Tab. 11 Indicatori di rischio allo SLU per le 16 combinazioni di carico risultanti dall'analisi pushover

Con l'analisi pushover si è stabilito che la struttura per verificare lo SLV di classe III può al massimo resistere ad un'accelerazione al suolo pari ad $a_g = 0,211g$

Con tale accelerazione l'indicatore di rischio per la vita α_{uv} è pari a:

$$\alpha_{uv} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} = \frac{0,2115}{0,2659} = 0,795$$

Tale accelerazione risulta il 79,5% di quella richiesta, con un periodo di ritorno del sisma di 342 anni.

Il periodo di ritorno $T_{R,C}$ è pari a 342 anni con un indicatore di rischio R_{CD} pari a

$$R_{CD} = \left(\frac{T_{R,C}}{T_{R,D}} \right)^{\alpha} = \left(\frac{342}{712} \right)^{0,41} = 0,740$$

Analogamente si è proceduto alla ricerca della accelerazione al suolo PGA_{CLD} che le strutture sono in grado di sopportare senza danni tali da mettere a rischio gli utenti e tali da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti dei carichi verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Il rapporto fra l'accelerazione così determinata e il valore di riferimento dell'accelerazione PGA_{DLD} al suolo attesa per la zona è l'indicatore di rischio di inagibilità α_{ed} : $\alpha_{ed} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}}$

STATO LIMITE DI DANNO						
Combinazione	$T_{R,C}$	$T_{R,D}$	R_{CD}	PGA_C	PGA_D	α_e
1) Statica \ Sisma +X, Tors +	92	75	1.088	0,193	0,173	1.115
2) Statica \ Sisma -X, Tors +	106	75	1.153	0,207	0,173	1.198
3) Statica \ Sisma +Y, Tors +	81	75	1.032	0,182	0,173	1.052
4) Statica \ Sisma -Y, Tors +	81	75	1.032	0,182	0,173	1.052
5) Statica \ Sisma +X, Tors -	112	75	1.179	0,214	0,173	1.240
6) Statica \ Sisma -X, Tors -	92	75	1.088	0,193	0,173	1.115
7) Statica \ Sisma +Y, Tors -	86	75	1.058	0,187	0,173	1.083
8) Statica \ Sisma -Y, Tors -	75	75	1.000	0,175	0,173	1.010
9) Statica \ Uniforme +X, Tors +	92	75	1.088	0,193	0,173	1.115
10) Statica \ Uniforme -X, Tors +	106	75	1.153	0,207	0,173	1.198
11) Statica \ Uniforme +Y, Tors +	81	75	1.032	0,182	0,173	1.052
12) Statica \ Uniforme -Y, Tors +	81	75	1.032	0,182	0,173	1.052
13) Statica \ Uniforme +X, Tors -	112	75	1.179	0,214	0,173	1.240
14) Statica \ Uniforme -X, Tors -	92	75	1.088	0,193	0,173	1.115
15) Statica \ Uniforme +Y, Tors -	86	75	1.058	0,187	0,173	1.083
16) Statica \ Uniforme -Y, Tors -	75	75	1.000	0,175	0,173	1.010

Tab. 12 Indicatori di rischio allo SLD per le 16 combinazioni di carico risultanti dall'analisi pushover

Con l'analisi pushover si è stabilito che la struttura per verificare lo SLD Classe III può resistere ad un'accelerazione al suolo pari a

$$a_g = 0,097g$$

Con tale accelerazione l'indicatore di rischio di collasso α_{ed} è pari a:

$$\alpha_{ed} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} = \frac{0,097}{0,096} = 1,01 > 1$$

Analogamente si è stabilito che la struttura per verificare lo SLO Classe III può resistere ad un'accelerazione al suolo pari a

$$a_g = 0,091g$$

Con tale accelerazione l'indicatore di rischio di collasso α_{slo} è pari a:

$$\alpha_o = \frac{PGA_{SLO}}{PGA_{DLD}} = \frac{0,091}{0,072} = 1,264 > 1$$

15. CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti nell'analisi del comportamento strutturale della Scuola Elementare di Segusino si evinceva che le strutture non risultano essere verificate in presenza di una combinazione sismica allo stato limite di salvaguardia della vita di classe III.

Si rende pertanto necessario un intervento di miglioramento sismico per continuare a svolgere funzioni pubbliche ad uso scolastico, che permette di raggiungere valori degli indicatori di rischio per la vita $\alpha_{uv} \geq 0,6$ e $R_{CD} \geq 0,6$, con un miglioramento $\Delta\alpha_{uv} > 20\%$ e $\Delta R_{CD} > 20\%$.

Ai sensi del § 8.4.2 delle N.T.C. 2018, si assume un livello di sicurezza della costruzione $\zeta_E \geq 0,2$ per costruzioni di classe III ad uso scolastico.

I risultati delle simulazioni di calcolo indicano che a lavori eseguiti l'accelerazione massima al suolo a cui possono resistere le strutture della Scuola Elementare di Segusino per verificare lo SLV per edifici di classe III sarà pari a

$$a_g = 0,211g > 60\% \text{ di } 0,266g = 0,160g$$

con un livello di sicurezza della costruzione ζ_E pari a:

$$\zeta_E = \alpha_{uv} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} = \frac{0,2115}{0,2659} = 0,795 > 0,6$$

Il periodo di ritorno $T_{R,C}$ è pari a 342 anni con un indicatore

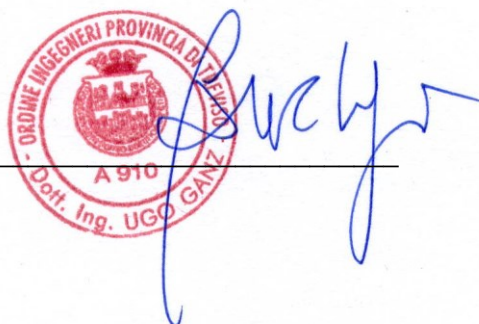
$$R_{CD} = \left(\frac{T_{R,C}}{T_{R,D}} \right)^{\alpha} = \left(\frac{342}{712} \right)^{0,41} = 0,740 > 0,6$$

Il miglioramento dell'indicatore del livello di sicurezza ζ_E risulta pertanto pari a:

$$\Delta\zeta_E = 0,740 - 0,273 = 0,467$$

Segusino, li 6 febbraio 2019

Dott. Ing. Ugo GANZ



ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO n. 1: Relazione di calcolo opere di rinforzo fondazionale

COMUNE DI SEGUSINO

PROVINCIA DI TREVISO

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

PROGETTO ESECUTIVO

1° STRALCIO

ALLEGATO N° 1

RELAZIONE DI CALCOLO

OPERE DI RINFORZO FONDAZIONALE

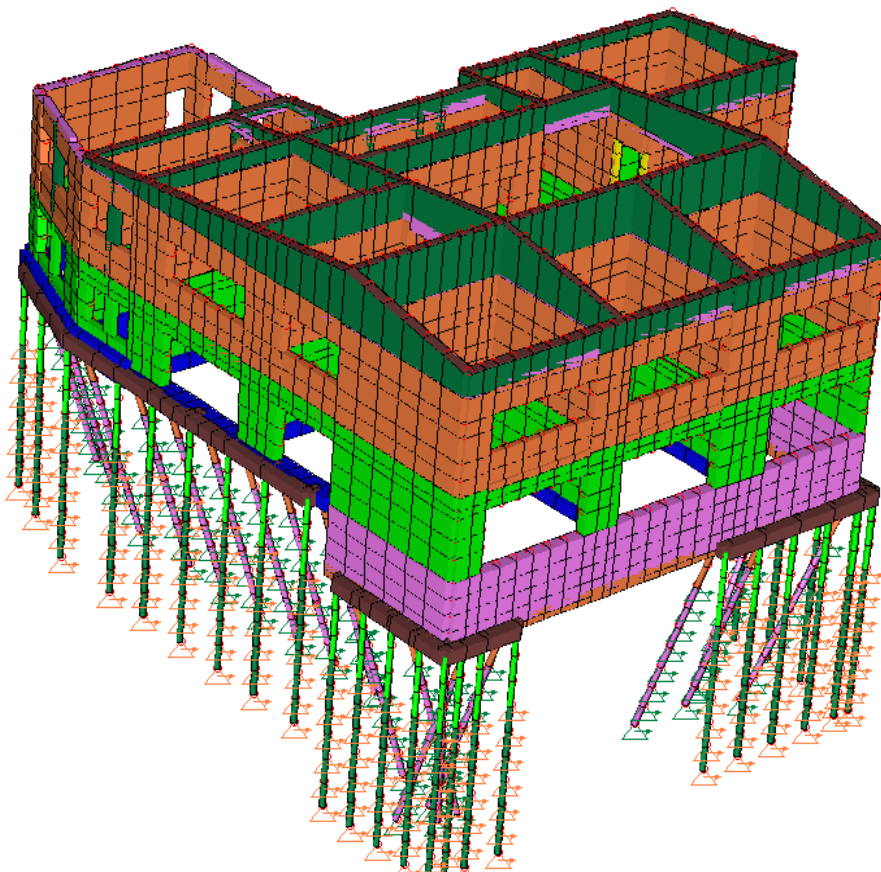
Indice generale

1. Descrizione delle opere.....	4
2. Note esplicative sul modello di calcolo.....	5
2.1 Criteri di concezione e di schematizzazione strutturale, modellazione del terreno, proprietà dei materiali, efficacia del modello.....	5
2.2 Metodo di calcolo agli stati limite.....	5
2.3 Combinazioni di carico.....	5
2.4 I nodi.....	5
2.5 I materiali.....	5
2.6 Le sezioni.....	5
2.7 I carichi.....	6
2.8 Gli elementi finiti.....	6
Elemento boundary (vincolo).....	6
3. Verifiche di sicurezza degli elementi.....	6
3.1 Verifiche di opere in cemento armato.....	6
Travi, pilastri, setti e travi di fondazione.....	6
3.2 Verifiche di opere in acciaio, alluminio con il metodo degli stati limite.....	7
I risultati per aste reticolari.....	7
I risultati per travi e pilastri.....	8
Livello minimo delle prestazioni.....	8
3.3 Verifiche opere in legno con il metodo delle NTC 2018 e dell’Eurocodice 5.....	8
I RISULTATI PER ASTE RETICOLARI.....	8
I RISULTATI PER TRAVI E PILASTRI.....	8
I RISULTATI PER PANNELLI XLAM.....	9
4. Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità.....	10
4.1 Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati.....	10
5. Struttura.....	11
5.1 Schema della struttura.....	11
5.2 Dati di progetto.....	11
5.3 Riepilogo delle sezioni utilizzate nel modello strutturale.....	12
5.4 Carichi per elementi trave, trave di fondazione e reticolare.....	12
5.5 Lista materiali utilizzati.....	13
5.6 Gruppi della struttura.....	13
5.7 Nodi del modello.....	13
5.8 Combinazioni di carico.....	16
5.9 SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI.....	17
6. Verifica Fondazioni aggiuntive.....	18
6.1 Schema esistenti-agiunte.....	18
Tabulato di calcolo.....	19
6.2 Rappresentazione sforzo normale sui micropali.....	31
NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	31
Metodo di Berezantzev.....	32
Metodo di Vesic.....	32
Metodo di Janbu.....	33
Formula di Hansen.....	33
Criterio di Vesic.....	35
Criterio di Sano.....	35
6.3 palo m. 9 (sezione).....	40

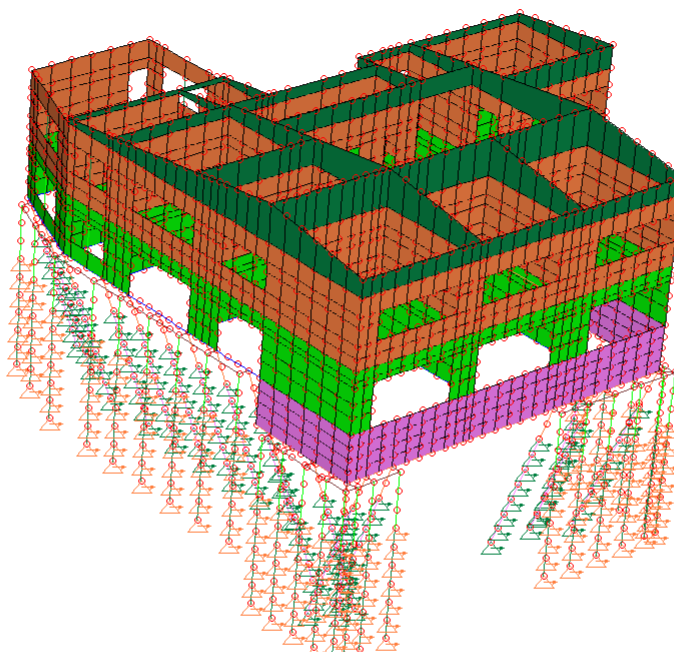
1. Descrizione delle opere

La presente relazione riguarda le opere di rinforzo fondazionale della costruzione esistente. Su indicazioni emerse da quanto riportato nella relazione geologica-geotecnica redatta dal geologo Giuseppe Negri ed allegata al progetto generale si prevede delle fondazioni mediante la realizzazione di una serie di micropali verticali ed inclinati come da schemi riportati nelle figure seguenti. E' stato quindi previsto il trasferimento dei carichi agli strati più profondi sgravando una parte di detti carichi alle fondazioni attuali.

Per le verifiche delle opere di fondazioni e per la determinazione dei carichi trasmessi ai micropali è stata implementata una analisi dinamica rimanendo valida per le parti in elevazione l'analisi eseguita nel capitolo ad esse dedicato.



Visualizzazione in solido dei modelli di calcolo (fondazioni)



Visualizzazione unifilare dei modelli di calcolo (fondazioni)

2. Note esplicative sul modello di calcolo

2.1 Criteri di concezione e di schematizzazione strutturale, modellazione del terreno, proprietà dei materiali, efficacia del modello.

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stata adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi “beam”, il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi “truss” oppure con elementi “beam” opportunamente svincolati. I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d'appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi, coniugati con i precedenti, consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni, pali, platee nonché attraverso una combinazione di tali situazioni.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

2.2 Metodo di calcolo agli stati limite

In generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica), allo stato limite di esercizio, nei confronti di eventuali azioni eccezionali. Per quanto riguarda le azioni sismiche verranno anche esaminate le deformazioni relative, che controllano eventuali danni alle opere secondarie e agli impianti. Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello).

I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie.

2.3 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico s.l.u. statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura.

In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, impostate ai fini della verifica s.l.u. Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità).

2.4 I nodi

La struttura è individuata da nodi riportati in coordinate.

Ogni nodo possiede sei gradi di libertà, associati alle sei possibili deformazioni. I gradi di libertà possono essere liberi (spostamenti generalizzati incogniti), bloccati (spostamenti generalizzati corrispondente uguale a zero), di tipo slave o linked (il parametro cinematico dipende dalla relazione con altri gradi di libertà).

Si può intervenire sui gradi di libertà bloccando uno o più gradi. I blocchi vengono applicate nella direzione della terna locale del nodo.

Le relazioni complesse creano un legame tra uno o più gradi di libertà di un nodo detto slave con quelli di un altro nodo detto master. Esistono tre tipi di relazioni complesse.

Le relazioni di tipo link prescrivono l'uguaglianza tra gradi di libertà analoghi di nodi diversi. Specificare una relazione di tipo link significa specificare il nodo slave assieme ai gradi di libertà che partecipano al vincolo ed il nodo master. I gradi di libertà slave saranno eguagliati ai rispettivi gradi di libertà del nodo master.

La relazione di piano rigido prescrive che il nodo slave appartiene ad un piano rigido e quindi che i due spostamenti in piano e la rotazione normale al piano sono legati ai tre parametri di roto-traslazione rigida di un piano.

Il Corpo rigido prescrive che il nodo slave fa parte di un corpo rigido e tutti e sei i suoi gradi di libertà sono legati ai sei gradi di libertà posseduti dal corpo rigido (i gradi di libertà del suo nodo master).

2.5 I materiali

I materiali sono individuati da un codice specifico e descritti dal modulo di elasticità, dal coefficiente di Poisson, dal peso specifico, dal coefficiente di dilatazione termica.

2.6 Le sezioni

Le sezioni sono individuate in ogni caso da un codice numerico specifico, dal tipo e dai relativi parametri identificativi. La simbologia adottata dal programma è la seguente:

- Rettangolare piena (Rp);
- Rettangolare cava (Rc);
- Circolare cava (Cc);
- Circolare piena (Cp)
- Profilo singolo (Ps);
- Profilo doppio (Pd);
- Generica (Ge).

2.7 I carichi

I carichi agenti sulla struttura possono essere suddivisi in carichi nodali e carichi elementari. I carichi nodali sono forze e coppie concentrate applicate ai nodi della discretizzazione. I carichi elementari sono forze, coppie e sollecitazioni termiche. I carichi in luce sono individuati da un codice numerico, da un tipo e da una descrizione. Sono previsti carichi distribuiti trapezoidali riferiti agli assi globali (f_x, f_y, f_z, f_v) e locali (f_x, f_y, f_z), forze concentrate riferite agli assi globali (F_x, F_y, F_z, F_v) o locali (F_x, F_y, F_z), momenti concentrati riferiti agli assi locali (M_x, M_y, M_z), momento torcente distribuito riferito all'asse locale x (m_x), carichi termici (t_x, t_y, t_z), descritti con i relativi parametri identificativi, aliquote inerziali comprese, rispetto al riferimento locale. I carichi in luce possono essere attribuiti solo a elementi finiti del tipo trave o trave di fondazione.

2.8 Gli elementi finiti

La struttura può essere suddivisa in sottostrutture, chiamate gruppi.

L'elemento frame implementa il modello della trave nello spazio tridimensionale. E' caratterizzato da 2 nodi principali I e J posti alle sue estremità ed un nodo geometrico facoltativo K che serve solamente a fissare univocamente la posizione degli assi locali.

L'elemento frame possiede 12 gradi di libertà.

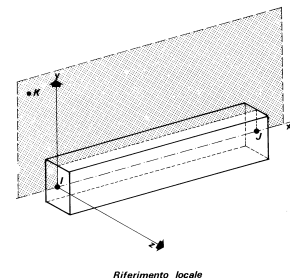
Ogni elemento viene riferito a una terna locale destra x, y, z , come mostrato in figura. L'elemento frame supporta varie opzioni tra cui:

- deformabilità da taglio (travi tozze);
- sconnessioni totali o parziali alle estremità;
- connessioni elastiche alle estremità;
- offsets, ovvero tratti rigidi eventualmente fuori asse alle estremità;

L'elemento frame supporta i seguenti carichi:

- carichi distribuiti trapezoidali in tutte le direzioni locali o globali;
- sollecitazioni termiche uniformi e gradienti termici nelle due direzioni principali;
- forza concentrata in tutte le direzioni locali o globali applicata in un punto arbitrario;
- carichi generici mediante prescrizione delle reazioni di incastro perfetto.

I gruppi formati da elementi del tipo trave riportano, in ordine, i numeri dei nodi iniziale (I), finale (J) e di riferimento (K), la situazione degli svincoli ai nodi I e J (indicate in legenda eventuali situazioni diverse dall'incastro perfetto ad entrambi i nodi), i codici dei materiali e delle sezioni,



Elemento boundary (vincolo)

L'elemento boundary è sostanzialmente un elemento molla con rigidità assiale in una direzione specificata e rigidità torsionale attorno alla stessa direzione. E' utile quando si vogliono determinare le reazioni vincolari oppure quando si vogliono imporre degli spostamenti o delle rotazioni di alcuni nodi (cedimenti vincolari).

I parametri relativi ad ogni singolo vincolo sono:

- il nodo a cui è collegato il vincolo (o i vincoli, massimo sei);
- la traslazione imposta (L) o la rotazione imposta (radianti);
- la rigidità (per le traslazioni in F/L , per le rotazioni in F^*L/rad).

3. Verifiche di sicurezza degli elementi

3.1 Verifiche di opere in cemento armato

Travi, pilastri, setti e travi di fondazione

Fra le informazioni di testa per le travi è segnalata la travata di appartenenza, la componente del peso proprio e il carico medio. Per i soli pilastri oltre al numero strutturale dell'asta è anche indicato l'eventuale numero di pilastrata.

Le sollecitazioni sono riferite al sistema locale x, y, z . Vengono riportate, in ordine:

- numero combinazione di carico;
- ascissa di calcolo (cm);
- in sequenza F_x, F_y, F_z (F); M_x, M_y, M_z (F^*m).

Per elementi trave di fondazione F_x, F_z, M_y sono generalmente nulli.

Le convenzioni adottate sui segni delle sollecitazioni sono:

- F_x (sforzo normale) è positivo se di trazione;
- F_y (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra dell'ascissa interessata, nel verso positivo dell'asse locale corrispondente;
- F_z (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra dell'ascissa interessata, nel verso negativo dell'asse locale corrispondente;
- M_x (momento torcente) è positivo se antiorario intorno a x a sinistra dell'ascissa in esame;
- M_y (momento flettente) è positivo se tende le fibre posteriori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse z ;
- M_z (momento flettente) è positivo se tende le fibre inferiori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse y .

Compiono poi nel tabulato gli ulteriori risultati:

- in sequenza, armatura posteriore, anteriore, inferiore, superiore (cm^2); si noti che tali armature sono quelle totali. La sezione di due reggistaffe contribuisce in tutti quattro i valori di armatura; per i pilastri circolari viene determinata e stampata l'armatura totale distribuita uniformemente su tutta la circonferenza;

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

- campo (di rottura): rappresenta il campo di rottura determinato dalla procedura di verifica; nel caso delle travi, qualora sia stata deselezionata la verifica a sforzo normale, il campo di rottura viene sostituita dal rapporto x/d ;
- indice di resistenza a presso-tensoflessione (F_x , M_y , M_z): rappresenta il moltiplicatore delle sollecitazioni allo s.l.u., ovvero il rapporto fra la sollecitazione agente e quella resistente;
- indice di resistenza a taglio/torsione (Bielle): rappresenta l'indice di resistenza delle bielle compresse sollecitate a taglio e/o torsione;
- indice di resistenza a taglio/torsione (V , M_x): rappresenta l'indice di resistenza “taglio e torsione” per elementi che non necessitano di armatura trasversale;
- indice di resistenza a scorrimento: riporta l'indice di resistenza che si ricava dal rapporto fra la resistenza a scorrimento (vedi § 5.4.5.2 dell'Ordinanza e § 7.4.4.5.2.2 delle NTC/2008) e la sollecitazione di taglio.
- asw_t , asw_o : in cm^2/m rappresenta l'area di armatura per unità di lunghezza derivante, rispettivamente, dall'effetto di taglio e torsione;
- passo staffe: in cm rappresenta il passo delle staffe derivante da asw_t e asw_o e dall'applicazione dei minimi di normativa;
- per i pilastri nelle colonne αM_y e αM_z vengono riportati i valori dei moltiplicatori delle sollecitazioni M_y ed M_z derivanti dal rispetto della gerarchia delle resistenze trave/pilastro.

Viene evidenziata, su una riga conclusiva apposita, l'involuppo delle armature in grado di resistere a tutte le situazioni. Per la sezione rettangolare viene riportata l'armatura aggiuntiva effettiva sui quattro lati, detraendo dall'armatura totale quella dei reggistaffe. Per la sezione circolare è invece sempre riportato il valore totale distribuito. Viene infine indicato il passo delle staffe calcolato o di normativa.

Per i setti viene anche effettuata la verifica a scorrimento in corrispondenza delle sezioni al piede e in testa poste all'interno delle zone critiche. In questi casi, alla fine del tabulato delle armature riguardante la singola asta, vengono riportate:

- quota alla quale viene effettuata la verifica a scorrimento;
- sollecitazione di taglio per il dimensionamento (V_{Ed});
- resistenza a spinotto delle barre verticali (V_{dd});
- resistenza per attrito (V_{fd});
- eventuale armatura inclinata totale (cm^2) derivante dalla verifica.

Alla fine del tabulato di progetto delle armature riguardante un'asta, se attivata l'opzione sulla combinazione dei carichi, la procedura propone uno specchietto che riepiloga nell'ordine:

- numero della combinazione di carico che dà luogo al momento massimo; tale sollecitazione può infatti derivare per effetto di una combinazione di carico spaziale di MasterSap (in questo caso viene riportato il relativo numero di combinazione o simbolo identificativo) o a causa della combinazione dei carichi permanenti e variabili o dell'eventuale momento di sicurezza (in questo secondo caso il contrassegno di combinazione è dato dal simbolo --);
- xM_{max} ; ascissa dell'asta in cui si verifica il momento massimo positivo;
- M_{max} ; valore del momento massimo positivo;
- A_{inf} , D_{inf} agg.; armatura inferiore totale derivante dall'azione del momento massimo positivo, numero e diametro delle barre aggiuntive, come al solito, rispetto ai reggistaffe comunque presenti;
- A_{sup} , D_{sup} agg.; valgono le stesse considerazioni di sopra, riferite all'armatura superiore;
- il rapporto x/d e l'indice di resistenza a flessione.

Nelle verifiche di esercizio per gli elementi vengono considerati i soli effetti del momento flettente M_z , ma per comodità dell'utente il tabulato riporta anche il valore delle altre sollecitazioni, incluse fra [] per significare che non entrano in gioco nella verifica. Per lo stesso motivo fra parentesi [] sono anche riportate le armature anteriori e posteriori.

- Apertura delle fessure w (mm): rappresenta l'ampiezza della fessura derivante dall'azione del momento flettente M_z all'ascissa indicata. La fessura si apre superiormente per M_z negativo, inferiormente per M_z positivo.

La freccia viene riportata nel prospetto specifico (che compare a fine trave) riguardante anche il momento massimo in campata.

Per i restanti tipi di elementi (pilastri e setti) viene effettuata la sola verifica delle tensioni di esercizio (non compaiono pertanto risultati sull'apertura delle fessure e sulla freccia). La sezione viene trattata a presso-tensoflessione, trascurando in questo caso l'eventuale contributo del calcestruzzo a trazione. Vengono ignorate agli effetti della verifica le sollecitazioni torcenti e di taglio, comunque riportate fra [] nei tabulati per memoria.

Se si verifica la necessità di armare a punzonamento le travi o le fondazioni viene determinata la sezione complessiva delle barre piegate, che andranno disposte parallelamente alle staffe della trave.

Vengono indicate:

- asta: numero dell'asta oggetto di verifica;
- ascissa x (cm): ascissa dell'asta;
- taglio: valore dell'azione di taglio complessiva agente al nodo;
- carico limite di punzonamento;
- coefficiente di sicurezza al punzonamento;
- armatura piegate a punzonamento (cm^2), eventuale.

Considerazioni per l'analisi dinamica.

I risultati dinamici considerati sono quelli ottenuti per inviluppo, a seconda della modalità scelta. Si possono generare diverse combinazioni risultanti (sovrapposizione degli effetti statici e degli effetti dinamici) indicate nei tabulati con delle lettere.

Per quanto riguarda gli effetti dinamici si tenga presente che il segno degli inviluppi è sempre positivo e che le norme impongono che tali risultati siano considerati anche con segno opposto.

3.2 Verifiche di opere in acciaio, alluminio con il metodo degli stati limite

I risultati per aste reticolari

Viene eseguita la verifica per aste soggette unicamente a sforzo normale. Per tutte le combinazioni di carico, viene effettuata la verifica di resistenza per aste e di stabilità per aste compresse. Per aste compresse viene utilizzato il metodo “ ω ”.

Viene riportata una descrizione dei parametri di progetto e successivamente, in sequenza per ogni asta:

- numero combinazione di carico;
- sforzo normale N (corrispondente a F_x), positivo se di trazione;
- sezione utile (cm^2); rappresenta il valore A_x , eventualmente diminuito per effetto del coefficiente di riduzione dell'area;
- snellezza; è la snellezza più elevata dell'asta fra le due corrispondenti ai piani di flessione e quella ulteriore, eventuale, derivante da assi principali di inerzia della sezione non coincidenti con gli assi locali y e z (come avviene per la sezione a L); nelle note è indicato il piano di massima snellezza cui si riferisce il valore riportato;

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

- S_f , tensione nell'acciaio o nell'alluminio (in kg/cm^2 , N/mm^2 o daN/cm^2); nel caso del legno la voce diventa esplicitamente tensione, anziché S_f .
- A fine riga compaiono due note; la prima indica il piano di massima snellezza; la seconda, eventuale, è riservata a informazioni di commento.

Nel caso dei profili a freddo la stampa dei risultati riporta anche il valore di Q che concorre a determinare il coefficiente “ ω ” e la tensione massima che non può essere superata.

I risultati per travi e pilastri

Le sollecitazioni sono riferite al sistema locale x, y, z :

- numero combinazione di carico;
- ascissa di calcolo (cm);
- in sequenza F_x, F_y, F_z (F), M_x, M_y, M_z (F*m).

Le convenzioni sui segni delle sollecitazioni sono:

- F_x (sforzo normale) è positivo se di trazione;
- F_y (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra della sezione interessata, nel verso positivo dell'asse locale corrispondente;
- F_z (forza tagliante) è positiva se agisce, a sinistra della sezione interessata, nel verso negativo dell'asse locale corrispondente;
- M_x (momento torcente) è positivo se antiorario intorno a x a sinistra dell'ascissa in esame;
- M_y (momento flettente) è positivo se tende le fibre posteriori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse z ;
- M_z (momento flettente) è positivo se tende le fibre inferiori, cioè quelle disposte nel verso negativo dell'asse y .

Il tabulato di uscita riporta inoltre in ordine:

- S_f (F_x), (Tens.(F_x) per il legno): tensione derivante solo da sforzo normale;
- S_f (M), (Tens.(M) per il legno): tensione derivante solo dagli effetti flettenti di M_y e M_z ; viene riportato il valore massimo riscontrato fra tutti i punti soggetti a indagine;
- tensione da torsione, derivante da M_x , valore massimo riscontrato;
- tensione di taglio, derivante da F_y e F_z , valore massimo riscontrato;
- S_f ideale: tensione ideale massima nel caso di acciaio e alluminio. Nel caso del legno, invece, viene riportata una “tensione (F_x, M)” derivante dall'interazione fra F_x e M , in cui si somma il contributo tensionale dovuto allo sforzo normale con quello derivante dal momento flettente, la cui entità viene però riparametrizzata tramite il rapporto fra le tensioni ammissibili a sforzo normale e momento flettente. In questo modo tens (F_x, M) viene confrontata, per la sua accettabilità, con la tensione massima ammessa a sforzo normale;
- locazione, ovvero il punto della sezione in cui si verifica il massimo della tensione ideale;
- Nota: compare un avviso qualora la tensione ideale o “tens (F_x, M)” superi il valore massimo ammissibile, che dipende anche dal relativo coefficiente di incremento connesso alle combinazioni di carico.

Alla fine del tabulato delle verifiche di resistenza, se attivata l'opzione sulla combinazione dei carichi, la procedura propone uno specchietto che riepiloga nell'ordine:

numero della combinazione di carico che dà luogo al momento massimo: tale sollecitazione si può infatti verificare per effetto di una combinazione di carico spaziale di MasterSap (in questo caso viene riportato il relativo numero o simbolo identificativo) o a causa della combinazione dei carichi permanenti e accidentali (contrassegnata in stampa dal simbolo --);

x_{Mmax} : ascissa dell'asta in cui si verifica il momento massimo positivo;

M_{max} : valore del momento massimo positivo;

x_{fmax} : ascissa in cui si verifica la freccia massima in campata;

F_{max} : valore della freccia massima in campata;

f_{max}/l : rapporto fra freccia massima e luce dell'asta.

La verifica di stabilità viene effettuata per le sole combinazioni di carico che presentano, in almeno un'ascissa, condizioni di lavoro a pressoflessione. Il prospetto riepilogativo della verifica a stabilità riporta le informazioni relative all'asta iniziale e finale coinvolte, e inoltre:

numero combinazione di carico;

- valore dello sforzo normale; (compressione più elevata trovata in tutte le ascisse soggette a verifica);
- valore del momento flettente M_y equivalente;
- valore del momento flettente M_z equivalente;
- snellezza ω (che influisce sullo sforzo normale), solo per acciaio e alluminio;
- snellezza nel piano locale “ yx ” (che influisce su M_z);
- snellezza nel piano locale “ zx ” (che influisce su M_y);
- ω ; ω_1 (solo per acciaio e alluminio);
- tensione nell'acciaio o alluminio; nel caso del legno viene riportata un valore di tensione (F_x, M) calcolato nei modi già espressi per la verifica di resistenza;
- Nota, eventuale, qualora le tensioni superino i limiti ammessi, oppure quando la snellezza supera il valore 250 (200 per il legno e alluminio).

Livello minimo delle prestazioni

- Resistenza ai carichi e alle sollecitazioni previste in fase di progettazione.

3.3 Verifiche opere in legno con il metodo delle NTC 2018 e dell'Eurocodice 5

I RISULTATI PER ASTE RETICOLARI

Viene riportata una descrizione dei parametri di progetto e successivamente, in sequenza per ogni asta:

- numero combinazione di carico;
- sforzo normale N (corrispondente a F_x), positivo se di trazione;
- sezione utile: viene riportato il valore della sezione (cm^2) utilizzata in fase di verifica;
- snellezza y_x ; è la solita snellezza calcolata nel piano y_x ;
- analogamente per la snellezza z_x ;
- K_c, y, K_c, z : sono i valori dei coefficienti, conseguenti, rispettivamente, alle snellezze relative y_x e z_x ;

- I.R., indice di resistenza;
- I.S., indice di stabilità.

I RISULTATI PER TRAVI E PILASTRI

Le sollecitazioni sono riferite al sistema locale x, y, z.:

- numero combinazione di carico;
- ascissa di calcolo (cm);
- in sequenza Fx, Fy, Fz (F), Mx, My, Mz (F*m);
- l'indice di resistenza I.R. dipende se la sollecitazione è di sola flessione oppure dovuta ad azioni combinate di flessione e trazione;
- per l'azione di taglio viene determinato un indice specifico I.Va;
- per l'azione di torsione viene determinato un indice specifico I.Tor.; se l'azione è di taglio e torsione viene determinato un secondo indice che riguarda entrambi gli effetti. L'indice I.Tor. riportato è il più gravoso fra quello determinato a sola torsione e quello prodotto per effetto combinato.

Il tabulato riguardante la verifica di svergolamento riporta:

- snellezze relative nei due piani yx e zx;
- $k_{crit,yx}$, $k_{crit,zx}$: sono i valori dei coefficienti conseguenti, rispettivamente, alle snellezze relative yx e zx;
- indice di svergolamento I.Sv.

In alternativa alla verifica di svergolamento può essere rappresentata la verifica di instabilità. Le sollecitazioni di sforzo normale e momento flettente sono quelle massime riscontrate durante la verifica di resistenza. In questo caso un tabulato riporta:

- $S_{n,yx}$ e $S_{n,zx}$ sono le snellezze valutate nei due piani di flessione yx e zx;
- $k_{c,yx}$, $k_{c,zx}$: sono i valori dei coefficienti, conseguenti, rispettivamente, alle snellezze yx e zx;
- I.S., indice di stabilità.

I RISULTATI PER PANNELLI XLAM

Le verifiche vengono effettuate in tre ascisse prestabilite: la sommità, la mezzeria e la base di ogni pannello. Al solito è obbligatorio ottenere indici di resistenza e stabilità non superiori a 1.

Le verifiche eseguite sono quelle a sforzo normale, a taglio nel piano del pannello, a torsione (scorrimento fra i vari strati del pannello) ed instabilità a carico di punta (che coinvolge gli effetti flessionali fuori piano).

La verifica a sforzo normale da luogo ad un indice di resistenza, IR_N , determinato come: $\sigma_{yc}/f_{c,0,d}$ nel caso di sforzo normale di compressione, oppure come $\sigma_{yt}/f_{t,0,d}$ nel caso di sforzo normale di trazione.

La verifica a taglio e torsione da luogo a due indici di resistenza, determinati come: τ/f_{vd} per la verifica a taglio, e τ_{TOR}/f_{vd} per la verifica a torsione. Nelle stampe comparirà solamente il peggiore fra i due valori (IR_V).

La verifica di instabilità del pannello viene eseguita in mezzeria (massima sollecitazione di momento flettente) e alla base del pannello. L'indice di stabilità assume la forma: $\sigma_{yc}/(k_{crit,c} * f_{c,0,d}) + \sigma_{m,d}/f_{m,d} \leq 1$, con $k_{crit,c}$ coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di colonna definito al par. 4.4.8.2.2 delle NTC 2018.

Vengono riportati:

- POS: la posizione di verifica, distinta dfra testa (I), mezzeria (½) e piede (0).
- C.C.: combinazione di carico.
- Fx: sforzo normale. Negativo se di compressione.
- V: taglio nel piano del pannello.
- My: momento flettente con azione fuori dal piano del pannello.
- Fx/A: tensione media nell'elemento, negativa se di compressione.
- τ : tensione media a taglio.
- $\sigma_{m,d}$: tensione di calcolo per flessione.
- IR_N : indice di resistenza relativo alla verifica a sforzo normale.
- IR_V : indice di resistenza relativo alle verifiche a taglio e a torsione.
- IS: indice relativo alla verifica ad instabilità.

Alla fine del tabulato delle verifiche di resistenza e stabilità la procedura propone i risultati delle verifiche sui collegamenti. Vengono riportati innanzitutto alcuni parametri generali definiti dall'utente, descritto il tipo di angolare adottato per la verifica a trazione con il tipo di chiodatura, il numero di angolari adottati per ogni lato del pannello e la distanza dell'angolare più esterno rispetto al bordo del pannello. E' riportata anche la resistenza caratteristica lato acciaio del singolo connettore.

Vengono poi riepilogati i dati relativi alla connessione della parte verticale dell'angolare sul pannello di legno: il tipo di connettore utilizzati, con la resistenza caratteristica del singolo connettore, la resistenza di progetto lato legno e lato acciaio. Vengono riportati poi i dati relativi al collegamento della parte orizzontale dell'angolare sulla base, che può essere in calcestruzzo o in legno, le caratteristiche del connettore, la sua resistenza caratteristica ad estrazione e quella di progetto.

Infine vengono riportate le verifiche. Viene calcolata una forza di estrazione N_{ext} , e stampato il valore massimo con segno positivo (a trazione, ovvero che tende a sollevare la parete ad una delle due estremità) e quello massimo con segno negativo (compressione, entrambi gli angolari risultano compressi). Vengono stampate le verifiche: lato legno, lato acciaio ed estrazione per la massima forza di estrazione N_{ext} a trazione, solamente lato legno per la massima forza di estrazione N_{ext} a compressione. Viene poi descritto il tipo di angolare adottato per la verifica a taglio, con il riepilogo dei dati relativi alla connessione sul pannello verticale (tipo e numero di connettori, con la resistenza caratteristica del singolo connettore, e la resistenza di progetto dell'angolare). Anche qui vengono riportati poi i dati relativi al collegamento della parte orizzontale dell'angolare sulla base, che può essere in calcestruzzo o in legno. Vengono riportate le caratteristiche del connettore, il suo coefficiente parziale di sicurezza (impostato dall'utente in tabella; i valori consigliati sono presenti nella scheda tecnica), la resistenza caratteristica e la conseguente resistenza di progetto.

4. Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

4.1 Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati

Il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come Thick Restarted Lanczos ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica. Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione.

Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Analizzatore diagnostico



Non è necessario eseguire l'analizzatore diagnostico.

Analizzatore...

Interroga segnalazioni

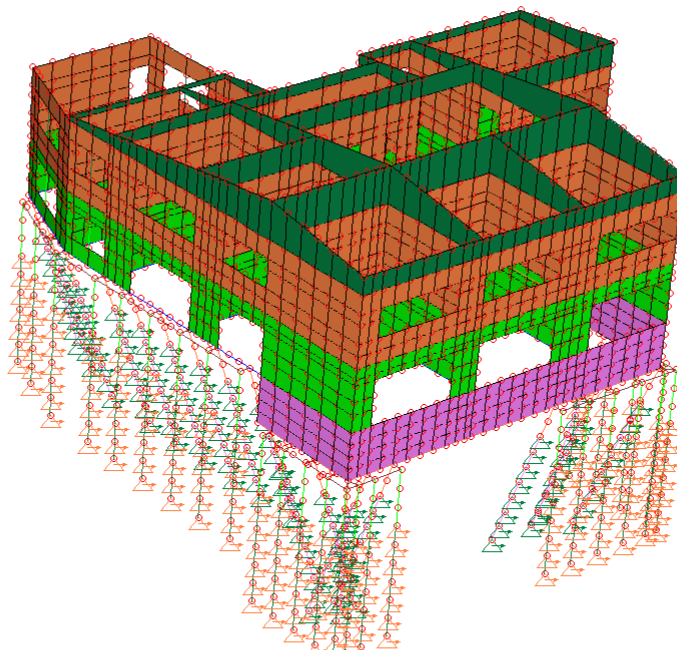
Segnalazioni:

- [-] Controlli geometrici
 - ☒ Travi [4]
 - ☒ Pilastri [5]
 - ☐ Setti [0]
 - ☐ Plinti [0]
 - ☐ Nodi non confinati [9]
- [-] Controlli dimensionamento
 - ☐ Armatura [0]
 - ☐ Taglio-torsione [0]
 - ☐ Presso flessione [0]
- [-] Messaggi Indicatori di progetto [0]

Chiudi

5. Struttura

5.1 Schema della struttura



5.2 Dati di progetto

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro

Intestazione del lavoro

Tipo di struttura

Tipo di analisi

Tipo di soluzione

Unità di misura delle forze

Unità di misura delle lunghezze

Normativa

rinforzo fondazioni

Verifica Scuola Elem Segusino

Nello Spazio

Statica e Dinamica

Lineare

kg

cm

NTC-2018

NORMATIVA

Vita nominale costruzione

50 anni

Classe d'uso costruzione

III

Vita di riferimento

75 anni

Luogo

- 45.91873, 11.95236

Longitudine (ED50)

11.9524

Latitudine (ED50)

45.9187

Categoria del suolo

C

Fattore topografico

1.2

PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	45	0.072	2.47	0.25	1.67	1.50	0.130
SLD	75	0.096	2.42	0.26	1.64	1.50	0.173
SLV	712	0.266	2.41	0.33	1.51	1.32	0.420
SLC	1462	0.355	2.41	0.35	1.48	1.19	0.505

TR utilizzato nel progetto

712 anni

Comportamento strutturale

Dissipativo

STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento

5%

Eccentricità accidentale

5%

Numero di frequenze

60

Fattore q di struttura per sisma orizzontale

qor=2.8

Duttilità

Bassa Duttilità

Periodo proprio T1 in direzione X

0.148

Periodo proprio T1 in direzione Y

0.193

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

5.3 Riepilogo delle sezioni utilizzate nel modello strutturale

SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	30.000	54.000
2	60.000	25.000
3	40.000	25.000
4	25.000	40.000
5	25.000	60.000
6	25.000	54.000
7	40.000	25.000
8	25.000	40.000
9	80.000	50.000
11	25.000	5.000
12	100.000	100.000
13	80.000	100.000
14	30.000	5.000
21	25.000	25.000
22	202.000	25.000
23	40.000	5.000
25	50.000	50.000

SEZIONI CIRCOLARI PIENE

Codice	Diametro
18	3.000
24	22.000

SEZIONI A PROFILO SEMPLICE

Codice	Codice sezione	Asse Y capovolto
19	HEA 200	No
20	HEA 220	No

5.4 Carichi per elementi trave, trave di fondazione e reticolare

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 Mediterranea	10	Condizione 3	Variabile: Neve	-0.013000	0.000	-0.013000	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
Peso proprio solaio h = 20+4 cm	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.027000	0.000	-0.027000	0.000	1.0000	1.0000
p.p. controsoffitto cirex+tav	2	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.007400	0.000	-0.007400	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio copertura sottotegola	3	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.016700	0.000	-0.016700	0.000	1.0000	1.0000
Permanente calpestio bagni	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.022000	0.000	-0.022000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente calpestio aule	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.012000	0.000	-0.012000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente controsoffitto	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.003000	0.000	-0.003000	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio controsoffitto atrio	7	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.005700	0.000	-0.005700	0.000	1.0000	1.0000
Permanente copertura	8	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.010000	0.000	-0.010000	0.000	1.0000	1.0000
Categoria C1 - Ospedali, ristoranti, banche, scuole	9	Condizione 2	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-0.030600	0.000	-0.030600	0.000	0.6000	0.6000
Categoria C2 - scale	11	Condizione 2	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-0.040800	0.000	-0.040800	0.000	0.6000	0.6000
Peso proprio soletta scala	12	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.037500	0.000	-0.037500	0.000	1.0000	1.0000
Peso proprio solaio ampliamento	13	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	-0.025000	0.000	-0.025000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente ampliamento	14	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.015000	0.000	-0.015000	0.000	1.0000	1.0000
Permanente nuovo	15	Condizione 1	Permanente: Permanente	-0.003000	0.000	-0.003000	0.000	1.0000	1.0000

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
controsoff antisf			portato						

5.5 Lista materiali utilizzati

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo Esistente (Rck 208)	+2.24e+005	0.120	0.00250	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
2	Muratura laterizio	+3.79e+004	0.250	0.00150	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
3	senza p.p. Muratura	+3.79e+003	0.250	0.00000	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
4	Muratura in pietra listata	+8.20e+003	0.250	0.00200	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
5	senza p.p. Muratura in pietra list	+8.20e+002	0.250	0.00000	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
6	Muratura laterizio rinf int arm	+4.55e+004	0.250	0.00163	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
7	Muratura latintarm s.p.p.	+4.55e+003	0.250	0.00000	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
8	Muratura pietra rinf int arm	+1.64e+004	0.250	0.00206	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
9	Muratura pieintarm	+1.64e+003	0.250	0.00000	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
10	Acciaio s.p.	+2.10e+006	0.300	0.00000	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
11	Nuova Muratura	+6.70e+004	0.250	0.00180	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
12	Acciaio	+2.10e+006	0.300	0.00785	+1.20e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
13	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.21e+005	0.120	0.00250	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
14	Muratura laterizio fasce murarie	+1.90e+004	0.250	0.00150	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000
15	Muratura pietra fasce murarie	+4.10e+003	0.250	0.00200	+0.00e+000	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

5.6 Gruppi della struttura

ELEMENTO FINITO: TRAVE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Pilastrini piano terra	
2	travi piano terra	
3	pilastrini primo piano	
4	travi primo piano	
5	Travi copertura	
6	Cerchiature piano terra	
7	Cerchiatura secondo piano	
8	pali verticali non reagenti	
9	pali inclinati non reagenti	
10	pali verticali reagenti	
11	pali inclinati reagenti	
12	collegamenti in fondazione	

ELEMENTO FINITO: PIASTRA

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Setti piano terra	
2	Setti primo piano	
3	Timpani e cordoli copertura	
4	parte interrata	

ELEMENTO FINITO: VINCOLO

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Vincoli generati dal gruppo n.10 (pali)	
2	Vincoli generati dal gruppo n.11 (pali)	

ELEMENTO FINITO: TRAVE DI FONDAZIONE

Numero gruppo	Descrizione gruppo	
1	Travi di fondazione	
2	fondazioni fittizie basse	

5.7 Nodi del modello

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
2	115.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3	595.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
4	710.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
5	750.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
6	1230.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
7	1345.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
8	1465.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
9	1990.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
10	0.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
11	500.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
12	620.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
13	710.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
14	833.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
15	953.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
16	1345.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
17	1405.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
18	1525.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
19	1570.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
20	1990.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
21	1990.000	965.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
22	1990.000	1145.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
23	710.000	1130.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
24	710.000	1185.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
25	620.000	1185.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
26	500.000	1185.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
27	0.000	1185.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
28	710.000	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
29	855.000	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
30	1190.000	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
31	1270.000	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
32	1433.500	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
33	1513.500	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
34	1645.000	1485.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
35	1066.930	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
36	1298.715	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
37	1413.500	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
38	982.430	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
39	950.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
40	875.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
41	950.000	1982.500	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
42	710.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
43	670.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
44	670.000	2010.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
45	0.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
46	0.000	1640.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
47	0.000	1850.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
48	0.000	1980.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
49	0.000	2110.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
50	0.000	2165.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
51	670.000	2165.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
52	950.000	2165.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
53	950.000	2120.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
54	950.000	2285.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
55	950.000	2465.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
56	950.000	2645.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
57	950.000	2765.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
58	217.699	2765.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
59	116.280	2485.479	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
60	177.674	2654.686	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
61	54.886	2316.272	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
62	1645.000	1820.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
63	1645.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
64	1725.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
65	1805.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
66	1915.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
67	1990.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
68	1990.000	1527.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
69	2740.000	1959.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
70	2740.000	1267.500	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
71	2222.000	1267.500	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
72	1990.000	1267.500	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
73	150.000	651.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
74	270.000	651.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
75	150.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
76	270.000	651.000	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0
77	1990.000	1267.500	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
78	2222.000	1267.500	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
79	2740.000	1267.500	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
80	2740.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
81	1990.000	1527.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
82	1990.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
83	1915.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
84	1805.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
85	1725.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
86	1645.000	1959.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
87	1645.000	1820.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
88	54.886	2316.272	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
89	116.280	2485.479	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
90	177.674	2654.686	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
91	217.699	2765.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
92	950.000	2765.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
93	950.000	2645.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
94	950.000	2465.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
95	950.000	2285.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
96	950.000	2120.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
97	950.000	2165.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
98	670.000	2165.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
99	0.000	2165.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]
100	0.000	2110.000	324.000	0.000	PXY[3724]	PXY[3724]	0	0	0	PXY[3724]

//

3447	1345.000	217.000	822.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3448	1345.000	325.500	839.500	0.000	0	0	0	0	0	0
3449	1345.000	434.000	857.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3450	1345.000	542.500	874.500	0.000	0	0	0	0	0	0
3451	1645.000	1596.667	784.625	0.000	0	0	0	0	0	0
3452	1645.000	1708.333	771.946	0.000	0	0	0	0	0	0
3453	710.000	1596.667	784.625	0.000	0	0	0	0	0	0
3454	710.000	1708.333	771.946	0.000	0	0	0	0	0	0
3455	710.000	1285.000	820.013	0.000	0	0	0	0	0	0
3456	710.000	1385.000	808.658	0.000	0	0	0	0	0	0
3457	125.000	1185.000	831.367	0.000	0	0	0	0	0	0
3458	250.000	1185.000	831.367	0.000	0	0	0	0	0	0
3459	375.000	1185.000	831.367	0.000	0	0	0	0	0	0
3460	1247.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3461	1149.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3462	1051.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3463	1885.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3464	1780.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3465	1675.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3466	1990.000	1635.000	780.273	0.000	0	0	0	0	0	0
3467	560.000	1185.000	831.367	0.000	0	0	0	0	0	0
3468	1465.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3469	893.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3470	560.000	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3471	1990.000	542.500	874.500	0.000	0	0	0	0	0	0
3472	1725.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3473	2115.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3474	2240.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3475	2365.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3476	2490.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3477	2615.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3478	1860.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3479	2740.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3480	1990.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3481	1915.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3482	1805.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3483	1645.000	1959.000	743.484	0.000	0	0	0	0	0	0
3484	1990.000	1743.000	768.010	0.000	0	0	0	0	0	0
3485	1990.000	1851.000	755.747	0.000	0	0	0	0	0	0
3486	2144.667	1267.500	822.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3487	2067.333	1267.500	822.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3488	966.667	1485.000	797.304	0.000	0	0	0	0	0	0
3489	1078.333	1485.000	797.304	0.000	0	0	0	0	0	0
3490	0.000	1700.000	772.892	0.000	0	0	0	0	0	0
3491	0.000	1760.000	766.079	0.000	0	0	0	0	0	0
3492	670.000	1883.333	752.076	0.000	0	0	0	0	0	0
3493	670.000	1946.667	744.885	0.000	0	0	0	0	0	0
3494	423.333	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3495	346.667	651.000	892.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3496	57.500	0.000	787.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3497	652.500	0.000	787.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3498	1287.500	0.000	787.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3499	1405.000	0.000	787.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3500	1645.000	1889.500	751.375	0.000	0	0	0	0	0	0

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE "A. CANOVA" DI SEGUSINO

Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Temper.	uX	uY	uZ	rX	rY	rZ
3501	1579.250	1485.000	797.304	0.000	0	0	0	0	0	0
3502	1351.750	1485.000	797.304	0.000	0	0	0	0	0	0
3503	912.500	1820.000	759.267	0.000	0	0	0	0	0	0
3504	1990.000	434.000	857.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3505	1990.000	325.500	839.500	0.000	0	0	0	0	0	0
3506	1990.000	217.000	822.000	0.000	0	0	0	0	0	0
3507	1990.000	108.500	804.500	0.000	0	0	0	0	0	0
3508	2740.000	1843.750	756.570	0.000	0	0	0	0	0	0
3509	2740.000	1728.500	769.656	0.000	0	0	0	0	0	0
3510	2740.000	1613.250	782.742	0.000	0	0	0	0	0	0
3511	2740.000	1498.000	795.828	0.000	0	0	0	0	0	0
3512	2740.000	1382.750	808.914	0.000	0	0	0	0	0	0

Legenda: descrizione della simbologia adottata per i gradi di liberta'

Simbolo	Descrizione del Grado di Liberta'
0	libero
1	bloccato
MASTER	Master di una o piu' relazioni

PROSPETTO RIASSUNTIVO CENTRI DELLE MASSE E DELLE RIGIDENZE

CENTRI DELLE MASSE					CENTRI DELLE RIGIDENZE		ECCENTRICITA' RELATIVE	
Nodo	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Nodi master automatici	Coord. X	Coord. Y	Coord. X	Coord. Y
3724	1082.286	1239.129	324.000	-2	858.912	1149.553	-223.375	-89.576
3725	1014.590	1328.314	695.999	-3	757.644	1442.660	-256.947	114.346

5.8 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: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.500
7	Geotecnica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.300

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: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 3	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	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: Aree di acquisto e congresso	Condizione 2	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 3	0.000

5.9 SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI

COMBINAZIONE DI CARICO: 1 - DESCRIZIONE: DINAMICA

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.09e-001	-1.09e-001	-6.46e-001	+1.08e-002	-5.78e-003	-4.19e-004	+6.49e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

COMBINAZIONE DI CARICO: 2 - DESCRIZIONE: STATICA

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.51e-001	-1.50e-001	-9.65e-001	+1.47e-002	-7.96e-003	-6.51e-004	+9.69e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

COMBINAZIONE DI CARICO: 3 - DESCRIZIONE: RARA

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.15e-001	-1.14e-001	-7.27e-001	+1.12e-002	-6.05e-003	-4.77e-004	+7.30e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

COMBINAZIONE DI CARICO: 4 - DESCRIZIONE: FREQUENTE

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.10e-001	-1.10e-001	-6.63e-001	+1.09e-002	-5.84e-003	-4.34e-004	+6.66e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

COMBINAZIONE DI CARICO: 5 - DESCRIZIONE: QUASI PERMANENTE

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.09e-001	-1.09e-001	-6.46e-001	+1.08e-002	-5.78e-003	-4.19e-004	+6.49e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

COMBINAZIONE DI CARICO: 7 - DESCRIZIONE: GEOTECNICA

MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.18e-001	-1.17e-001	-7.56e-001	+1.15e-002	-6.20e-003	-5.23e-004	+7.60e-001
Nodo	1880	2636	1897	1822	3415	3376	1897

18

Tabulato di calcolo

Lavoro: **rinforzo fondazioni** Intestazione lavoro: **Verifica Scuola Elem Segusino**
 Elemento: **TRAVE** Gruppo: **12** Tabella: **Tabella travi**
 Descrizione: **collegamenti in fondazione**
 Spunt. I **30.0** cm Spunt. J **30.0** cm
 Rck: **300.00** kg/cm² fyk: **4580.0** kg/cm²
 Copriferro superiore: **3.5** cm Copriferro inferiore: **3.5** cm Copriferro laterale: **3.5** cm
 Verifica in ottemperanza alle NTC2018 x/d <= **0.30**
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

ASTA NUM. 1 NI 2670 NF 1827 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
 qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	4336	4	0	1	2549	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.09	0.50	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	8646	4	0	1	4592	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	4336	-12	0	-2	2549	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.09	0.50	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	8646	-12	0	-2	4592	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	4336	4	0	1	2549	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.09	0.50	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	8646	4	0	1	4592	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	4336	-12	0	-2	2549	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.09	0.50	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	8646	-12	0	-2	4592	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	4786	4	0	1	2739	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	8196	4	0	1	4402	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2
1K	0	-0	4786	-12	0	-2	2739	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	8196	-12	0	-2	4402	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2
1M	0	-0	4786	4	0	1	2739	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	8196	4	0	1	4402	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2
1O	0	-0	4786	-12	0	-2	2739	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	8196	-12	0	-2	4402	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2
2	0	-0	9358	-5	0	-1	5159	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
7	0	-0	7334	-4	0	-1	4045	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	4164	4	0	-0	3615	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.08	0.48	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	8474	4	0	-0	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	4164	-12	0	1	3615	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.08	0.48	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	8474	-12	0	1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	4164	4	0	-0	3615	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.08	0.48	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	8474	4	0	-0	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	4164	-12	0	1	3615	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.08	0.48	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	8474	-12	0	1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	4614	4	0	-0	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	8024	4	0	-0	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	4614	-12	0	1	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	8024	-12	0	1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	4614	4	0	-0	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	8024	4	0	-0	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	4614	-12	0	1	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	8024	-12	0	1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	9135	-5	0	1	5287	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.05	2.19	0.00	11.2
7	28	-0	7162	-4	0	1	4147	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	3992	4	0	-1	4633	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.08	0.46	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	8302	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	3992	-12	0	5	4633	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.08	0.46	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	8302	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	3992	4	0	-1	4633	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.08	0.46	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	8302	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	3992	-12	0	5	4633	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.08	0.46	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	8302	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	4442	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	7852	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	4442	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	7852	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	4442	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	7852	4	0	-1	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	4442	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	7852	-12	0	5	4757	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	8911	-5	0	2	5287	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.02	2.14	0.00	11.2
7	55	-0	6990	-4	0	2	4147	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 2 NI 2664 NF 1835 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
 qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	3354	5	0	1	-170	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	7199	5	0	1	-390	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	3354	-15	0	-3	-170	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	7199	-15	0	-3	-390	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	3354	5	0	1	-170	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	7199	5	0	1	-390	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1G	0	-0	3354	-15	0	-3	-170	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	7199	-15	0	-3	-390	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	3748	5	0	1	-211	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	6804	5	0	1	-349	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1K	0	-0	3748	-15	0	-3	-211	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	6804	-15	0	-3	-349	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1M	0	-0	3748	5	0	1	-211	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	6804	5	0	1	-349	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1O	0	-0	3748	-15	0	-3	-211	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	6804	-15	0	-3	-349	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
2	0	-0	7641	-7	0	-1	-411	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2
7	0	-0	5993	-5	0	-1	-323	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	3182	5	0	-0	2391	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.06	0.36	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	7027	5	0	-0	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	3182	-15	0	1	2391	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.06	0.36	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	7027	-15	0	1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	3182	5	0	-0	2391	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.06	0.36	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	7027	5	0	-0	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	3182	-15	0	1	2391	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.06	0.36	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	7027	-15	0	1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	3576	5	0	-0	2665	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	6632	5	0	-0	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.76	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	3576	-15	0	1	2665	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	6632	-15	0	1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.76	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	3576	5	0	-0	2665	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	6632	5	0	-0	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.76	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	3576	-15	0	1	2665	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	6632	-15	0	1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.76	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	7418	-7	0	0	3669	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.15	0.85	0.00	0.00	11.2
7	28	-0	5821	-5	0	0	2878	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.67	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	3010	5	0	-2	3152	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.06	0.34	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	6855	5	0	-2	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	3010	-15	0	5	3152	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.06	0.34	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	6855	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	3010	5	0	-2	3152	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.06	0.34	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	6855	5	0	-2	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	3010	-15	0	5	3152	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.06	0.34	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	6855	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	3404	5	0	-1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.39	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	6460	5	0	-1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.74	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	3404	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.39	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	6460	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.74	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	3404	5	0	-1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.39	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	6460	5	0	-1	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.74	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	3404	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.39	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	6460	-15	0	5	3477	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.13	0.74	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	7194	-7	0	2	3669	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
7	55	-0	5649	-5	0	2	2878	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 3 NI 2665 NF 1541 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave).

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m							Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	3703	5	0	1	-8	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	7535	5	0	1	-80	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	3703	-17	0	-4	-8	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	7535	-17	0	-4	-80	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	3703	5	0	1	-8	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	7535	5	0	1	-80	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	3703	-17	0	-4	-8	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	7535	-17	0	-4	-80	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	3895	4	0	1	-22	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	7343	4	0	1	-66	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1K	0	-0	3895	-16	0	-3	-22	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	7343	-16	0	-3	-66	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1M	0	-0	3895	4	0	1	-22	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	7343	4	0	1	-66	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1O	0	-0	3895	-16	0	-3	-22	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	7343	-16	0	-3	-66	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
2	0	-0	8139	-8	0	-2	-71	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
7	0	-0	6384	-6	0	-1	-56	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.13	0.73	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	3532	5	0	-0	3885	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	7363	5	0	-0	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	3532	-17	0	1	3885	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	7363	-17	0	1	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	3532	5	0	-0	3885	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	7363	5	0	-0	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	3532	-17	0	1	3885	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	7363	-17	0	1	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	3723	4	0	-0	3920	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	7172	4	0	-0	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	3723	-16	0	1	3920	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	7172	-16	0	1	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	3723	4	0	-0	3920	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	7172	4	0	-0	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	3723	-16	0	1	3920	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	7172	-16	0	1	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	7916	-8	0	1	4283	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

7	28	-0	6212	-6	0	0	3360	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.12	0.71	0.00	0.00	11.2
apost= --		aant= --		ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2														
1A	55	-0	3360	5	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	7192	5	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	3360	-17	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	7192	-17	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	3360	5	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	7192	5	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	3360	-17	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.38	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	7192	-17	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	3552	4	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	7000	4	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	3552	-16	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	7000	-16	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	3552	4	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	7000	4	0	-2	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	3552	-16	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	7000	-16	0	6	4036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	7692	-8	0	3	4283	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.15	0.88	0.00	0.00	11.2
7	55	-0	6040	-6	0	2	3360	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 4 NI 2666 NF 1834 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	--																	
	cm		kg			kg*m				cmq			Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	3959	7	0	1	-242	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	7293	7	0	1	-394	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.83	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	3959	-17	0	-3	-242	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	7293	-17	0	-3	-394	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.83	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	3959	7	0	1	-242	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	7293	7	0	1	-394	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.83	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	3959	-17	0	-3	-242	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.08	0.45	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	7293	-17	0	-3	-394	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.14	0.83	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	3878	5	0	1	-210	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.08	0.44	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	7374	5	0	1	-426	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1K	0	-0	3878	-15	0	-3	-210	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.08	0.44	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	7374	-15	0	-3	-426	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1M	0	-0	3878	5	0	1	-210	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.08	0.44	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	7374	5	0	1	-426	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
1O	0	-0	3878	-15	0	-3	-210	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.08	0.44	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	7374	-15	0	-3	-426	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2
2	0	-0	8102	-7	0	-1	-460	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
7	0	-0	6349	-5	0	-1	-361	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.73	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	3787	7	0	-1	2782	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	7121	7	0	-1	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	3787	-17	0	2	2782	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	7121	-17	0	2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	3787	7	0	-1	2782	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	7121	7	0	-1	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	3787	-17	0	2	2782	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.43	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	7121	-17	0	2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	3706	5	0	-0	2763	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	7202	5	0	-0	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	3706	-15	0	1	2763	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	7202	-15	0	1	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	3706	5	0	-0	2763	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	7202	5	0	-0	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	3706	-15	0	1	2763	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.07	0.42	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	7202	-15	0	1	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	7879	-7	0	1	3873	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2
7	28	-0	6177	-5	0	1	3036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.12	0.71	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	3615	7	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	6949	7	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	3615	-17	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	6949	-17	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	3615	7	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	6949	7	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	3615	-17	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.41	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	6949	-17	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	3534	5	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	7030	5	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	3534	-15	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	7030	-15	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	3534	5	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	7030	5	0	-2	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	3534	-15	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.07	0.40	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	7030	-15	0	6	3568	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	7655	-7	0	3	3873	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.15	0.88	0.00	0.00	11.2
7	55	-0	6005	-5	0	2	3036	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm
1A	0	-0	5175	3	0	1	-1023	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.59	0.00	0.00
1B	0	-0	9075	3	0	1	-1801	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.18	1.04	2.18	0.00
1C	0	-0	5175	-13	0	-3	-1023	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.59	0.00	0.00
1D	0	-0	9075	-13	0	-3	-1801	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.18	1.04	2.18	0.00
1E	0	-0	5175	3	0	1	-1023	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.59	0.00	0.00
1F	0	-0	9075	3	0	1	-1801	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.18	1.04	2.18	0.00
1G	0	-0	5175	-13	0	-3	-1023	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.59	0.00	0.00
1H	0	-0	9075	-13	0	-3	-1801	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.18	1.04	2.18	0.00
1I	0	-0	4956	0	0	0	-961	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.57	0.00	0.00
1J	0	-0	9294	0	0	0	-1863	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.12	0.18	1.06	2.23	0.00
1K	0	-0	4956	-11	0	-2	-961	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.57	0.00	0.00
1L	0	-0	9294	-11	0	-2	-1863	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.12	0.18	1.06	2.23	0.00
1M	0	-0	4956	0	0	0	-961	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.57	0.00	0.00
1N	0	-0	9294	0	0	0	-1863	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.12	0.18	1.06	2.23	0.00
1O	0	-0	4956	-11	0	-2	-961	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.10	0.57	0.00	0.00
1P	0	-0	9294	-11	0	-2	-1863	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.12	0.18	1.06	2.23	0.00
2	0	-0	10230	-8	0	-1	-2037	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.13	0.20	1.17	2.46	0.00
7	0	-0	8008	-6	0	-1	-1596	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.10	0.16	0.92	0.00	0.00

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	39	-0	4932	3	0	-0	3521	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.10	0.56	0.00	0.00
1B	39	-0	8832	3	0	-0	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.17	1.01	2.12	0.00
1C	39	-0	4932	-13	0	3	3521	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.10	0.56	0.00	0.00
1D	39	-0	8832	-13	0	3	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.17	1.01	2.12	0.00
1E	39	-0	4932	3	0	-0	3521	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.10	0.56	0.00	0.00
1F	39	-0	8832	3	0	-0	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.17	1.01	2.12	0.00
1G	39	-0	4932	-13	0	3	3521	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.22	0.10	0.56	0.00	0.00
1H	39	-0	8832	-13	0	3	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.17	1.01	2.12	0.00
1I	39	-0	4713	0	0	0	3384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.09	0.54	0.00	0.00
1J	39	-0	9051	0	0	0	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.18	1.04	2.17	0.00
1K	39	-0	4713	-11	0	2	3384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.09	0.54	0.00	0.00
1L	39	-0	9051	-11	0	2	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.18	1.04	2.17	0.00
1M	39	-0	4713	0	0	0	3384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.09	0.54	0.00	0.00
1N	39	-0	9051	0	0	0	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.18	1.04	2.17	0.00
1O	39	-0	4713	-11	0	2	3384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.21	0.09	0.54	0.00	0.00
1P	39	-0	9051	-11	0	2	5176	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.18	1.04	2.17	0.00
2	39	-0	9912	-8	0	2	5671	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.19	1.13	2.38	0.00
7	39	-0	7765	-6	0	1	4443	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.89	0.00	0.00

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	78	-0	4689	3	0	-1	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.09	0.54	0.00	0.00
1B	78	-0	8589	3	0	-1	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	0.98	0.00	0.00
1C	78	-0	4689	-13	0	8	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.09	0.54	0.00	0.00
1D	78	-0	8589	-13	0	8	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	0.98	0.00	0.00
1E	78	-0	4689	3	0	-1	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.09	0.54	0.00	0.00
1F	78	-0	8589	3	0	-1	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	0.98	0.00	0.00
1G	78	-0	4689	-13	0	8	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.09	0.54	0.00	0.00
1H	78	-0	8589	-13	0	8	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	0.98	0.00	0.00
1I	78	-0	4470	0	0	-0	5042	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.31	0.09	0.51	0.00	0.00
1J	78	-0	8808	0	0	-0	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	1.01	2.11	0.00
1K	78	-0	4470	-11	0	6	5042	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.31	0.09	0.51	0.00	0.00
1L	78	-0	8808	-11	0	6	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	1.01	2.11	0.00
1M	78	-0	4470	0	0	-0	5042	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.31	0.09	0.51	0.00	0.00
1N	78	-0	8808	0	0	-0	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	1.01	2.11	0.00
1O	78	-0	4470	-11	0	6	5042	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.31	0.09	0.51	0.00	0.00
1P	78	-0	8808	-11	0	6	5176	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.32	0.17	1.01	2.11	0.00
2	78	-0	9593	-8	0	4	5671	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.19	1.10	2.30	0.00
7	78	-0	7522	-6	0	3	4443	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.28	0.15	0.86	0.00	0.00

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= -- (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 13.4

ASTA NUM. 6 NI 2392 NF 2671 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm
1A	0	-0	5359	-2	0	-1	-354	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.61	0.00	0.00
1B	0	-0	9587	-2	0	-1	-896	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.19	1.10	2.30	0.00
1C	0	-0	5359	-21	0	-4	-354	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.61	0.00	0.00
1D	0	-0	9587	-21	0	-4	-896	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.19	1.10	2.30	0.00
1E	0	-0	5359	-2	0	-1	-354	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.61	0.00	0.00
1F	0	-0	9587	-2	0	-1	-896	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.19	1.10	2.30	0.00
1G	0	-0	5359	-21	0	-4	-354	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.61	0.00	0.00
1H	0	-0	9587	-21	0	-4	-896	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.19	1.10	2.30	0.00
1I	0	-0	5135	-6	0	-1	-429	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.10	0.59	0.00	0.00
1J	0	-0	9811	-6	0	-1	-821	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.19	1.12	2.35	0.00
1K	0	-0	5135	-18	0	-3	-429	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.10	0.59	0.00	0.00
1L	0	-0	9811	-18	0	-3	-821	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.19	1.12	2.35	0.00
1M	0	-0	5135	-6	0	-1	-429	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.10	0.59	0.00	0.00
1N	0	-0	9811	-6	0	-1	-821	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.19	1.12	2.35	0.00
1O	0	-0	5135	-18	0	-3	-429	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.10	0.59	0.00	0.00
1P	0	-0	9811	-18	0	-3	-821	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.19	1.12	2.35	0.00
2	0	-0	10720	-17	0	-3	-902	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.21	1.23	2.57	0.00
7	0	-0	8397	-13	0	-3	-707	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.16	0.96	0.00	0.00

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	29	-0	5177	-2	0	0	3886	3.08</
----	----	----	------	----	---	---	------	--------

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1F	29	-0	9404	-2	0	0	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.08	2.26	0.00	11.2
1G	29	-0	5177	-21	0	2	3886	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1H	29	-0	9404	-21	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.08	2.26	0.00	11.2
1I	29	-0	4953	-6	0	0	3632	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1J	29	-0	9628	-6	0	0	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1K	29	-0	4953	-18	0	2	3632	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1L	29	-0	9628	-18	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1M	29	-0	4953	-6	0	0	3632	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1N	29	-0	9628	-6	0	0	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1O	29	-0	4953	-18	0	2	3632	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1P	29	-0	9628	-18	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
2	29	-0	10485	-17	0	2	5234	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.21	1.20	2.52	0.00	11.2
7	29	-0	8214	-13	0	1	4100	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	59	-0	4994	-2	0	1	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1B	59	-0	9222	-2	0	1	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.06	2.21	0.00	11.2
1C	59	-0	4994	-21	0	8	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1D	59	-0	9222	-21	0	8	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.06	2.21	0.00	11.2
1E	59	-0	4994	-2	0	1	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1F	59	-0	9222	-2	0	1	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.06	2.21	0.00	11.2
1G	59	-0	4994	-21	0	8	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1H	59	-0	9222	-21	0	8	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.18	1.06	2.21	0.00	11.2
1I	59	-0	4770	-6	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1J	59	-0	9446	-6	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.08	2.27	0.00	11.2
1K	59	-0	4770	-18	0	7	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1L	59	-0	9446	-18	0	7	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.08	2.27	0.00	11.2
1M	59	-0	4770	-6	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1N	59	-0	9446	-6	0	2	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.08	2.27	0.00	11.2
1O	59	-0	4770	-18	0	7	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1P	59	-0	9446	-18	0	7	4825	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.19	1.08	2.27	0.00	11.2
2	59	-0	10250	-17	0	7	5234	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.20	1.17	2.46	0.00	11.2
7	59	-0	8031	-13	0	5	4100	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 7 NI 2561 NF 2672 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	4985	1	0	0	2764	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	7791	1	0	0	4101	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	4985	-25	0	-6	2764	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	7791	-25	0	-6	4101	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	4985	1	0	0	2764	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	7791	1	0	0	4101	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	4985	-25	0	-6	2764	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	7791	-25	0	-6	4101	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	4487	-4	0	-1	2481	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	8289	-4	0	-1	4384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1K	0	-0	4487	-20	0	-5	2481	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	8289	-20	0	-5	4384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1M	0	-0	4487	-4	0	-1	2481	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	8289	-4	0	-1	4384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1O	0	-0	4487	-20	0	-5	2481	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.15	0.09	0.51	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	8289	-20	0	-5	4384	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
2	0	-0	9187	-17	0	-4	4931	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
7	0	-0	7197	-13	0	-3	3862	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.14	0.82	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	4813	1	0	-0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	7619	1	0	-0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	4813	-25	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	7619	-25	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	4813	1	0	-0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	7619	1	0	-0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	4813	-25	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	7619	-25	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	4315	-4	0	0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.49	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	8117	-4	0	0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	4315	-20	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.49	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	8117	-20	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	4315	-4	0	0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.49	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	8117	-4	0	0	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	4315	-20	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.49	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	8117	-20	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	8964	-17	0	1	5055	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.03	2.15	0.00	11.2
7	28	-0	7025	-13	0	1	3961	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.14	0.80	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	4641	1	0	-1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	7447	1	0	-1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.85	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	4641	-25	0	8	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	7447	-25	0	8	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.85	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	4641	1	0	-1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	7447	1	0	-1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.85	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	4641	-25	0	8	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	7447	-25	0	8	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.15	0.85	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	4143	-4	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.47	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	7945	-4	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	4143	-20	0	6	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.47	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	7945	-20	0	6	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	4143	-4	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.47	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	7945	-4	0	1	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	4143	-20	0	6	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.08	0.47	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	7945	-20	0	6	4588	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

2	55	-0	8740	-17	0	5	5055	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.17	1.00	2.10	0.00	11.2
7	55	-0	6853	-13	0	4	3961	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.13	0.78	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 8 NI 2565 NF 2521 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm	kg			kg*m			cmq					Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	5680	3	0	0	-42	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	8496	3	0	0	-239	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	5680	-20	0	-3	-42	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	8496	-20	0	-3	-239	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	5680	3	0	0	-42	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	8496	3	0	0	-239	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	5680	-20	0	-3	-42	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	8496	-20	0	-3	-239	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	5122	-2	0	-0	-43	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	9054	-2	0	-0	-237	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.17	0.00	11.2
1K	0	-0	5122	-15	0	-2	-43	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	9054	-15	0	-2	-237	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.17	0.00	11.2
1M	0	-0	5122	-2	0	-0	-43	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	9054	-2	0	-0	-237	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.17	0.00	11.2
1O	0	-0	5122	-15	0	-2	-43	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	9054	-15	0	-2	-237	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.17	0.00	11.2
2	0	-0	10170	-12	0	-2	-198	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.16	2.44	0.00	11.2
7	0	-0	7968	-10	0	-2	-155	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	5508	3	0	-0	4339	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	8324	3	0	-0	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	5508	-20	0	2	4339	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	8324	-20	0	2	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	5508	3	0	-0	4339	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	8324	3	0	-0	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	5508	-20	0	2	4339	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	8324	-20	0	2	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	4950	-2	0	0	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	8882	-2	0	0	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.02	2.13	0.00	11.2
1K	28	-0	4950	-15	0	2	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	8882	-15	0	2	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.02	2.13	0.00	11.2
1M	28	-0	4950	-2	0	0	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	8882	-2	0	0	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.02	2.13	0.00	11.2
1O	28	-0	4950	-15	0	2	3917	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	8882	-15	0	2	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.02	2.13	0.00	11.2
2	28	-0	9949	-12	0	1	5275	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.14	2.39	0.00	11.2
7	28	-0	7797	-10	0	1	4134	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	5336	3	0	-1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	8152	3	0	-1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	5336	-20	0	8	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	8152	-20	0	8	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	5336	3	0	-1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	8152	3	0	-1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	5336	-20	0	8	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	8152	-20	0	8	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	4778	-2	0	1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	8710	-2	0	1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	4778	-15	0	6	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	8710	-15	0	6	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	4778	-2	0	1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	8710	-2	0	1	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	4778	-15	0	6	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	8710	-15	0	6	4677	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	9727	-12	0	5	5275	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.11	2.33	0.00	11.2
7	55	-0	7625	-10	0	4	4134	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.15	0.87	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 9 NI 2564 NF 2687 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm	kg			kg*m			cmq					Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	6032	6	0	1	3211	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	9556	6	0	1	-64	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.19	1.09	2.29	0.00	11.2
1C	0	-0	6032	-4	0	-1	3211	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	9556	-4	0	-1	-64	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.19	1.09	2.29	0.00	11.2
1E	0	-0	6032	6	0	1	3211	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	9556	6	0	1	-64	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.19	1.09	2.29	0.00	11.2
1G	0	-0	6032	-4	0	-1	3211	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.20	0.12	0.69	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	9556	-4	0	-1	-64	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.19	1.09	2.29	0.00	11.2
1I	0	-0	5653	5	0	1	3038	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	9935	5	0	1	-90	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.14	2.38	0.00	11.2
1K	0	-0	5653	-3	0	-0	3038	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	9935	-3	0	-0	-90	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.14	2.38	0.00	11.2
1M	0	-0	5653	5	0	1	3038	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	9935	5	0	1	-90	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.14	2.38	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1O	0	-0	5653	-3	0	-0	3038	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.19	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	9935	-3	0	-0	-90	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.14	2.38	0.00	11.2
2	0	-0	11200	1	0	0	5861	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.36	0.22	1.28	2.69	0.00	11.2
7	0	-0	8775	1	0	0	4594	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	2.11	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	5861	6	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.12	0.67	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	9384	6	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1C	28	-0	5861	-4	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.12	0.67	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	9384	-4	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1E	28	-0	5861	6	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.12	0.67	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	9384	6	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1G	28	-0	5861	-4	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.12	0.67	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	9384	-4	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1I	28	-0	5482	5	0	-1	4464	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	9764	5	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.12	2.34	0.00	11.2
1K	28	-0	5482	-3	0	0	4464	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	9764	-3	0	0	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.12	2.34	0.00	11.2
1M	28	-0	5482	5	0	-1	4464	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	9764	5	0	-1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.12	2.34	0.00	11.2
1O	28	-0	5482	-3	0	0	4464	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.11	0.63	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	9764	-3	0	0	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.12	2.34	0.00	11.2
2	28	-0	10975	1	0	-0	6040	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.37	0.22	1.26	2.63	0.00	11.2
7	28	-0	8603	1	0	-0	4735	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	5689	6	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	9213	6	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.05	2.21	0.00	11.2
1C	55	-0	5689	-4	0	2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	9213	-4	0	2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.05	2.21	0.00	11.2
1E	55	-0	5689	6	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	9213	6	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.05	2.21	0.00	11.2
1G	55	-0	5689	-4	0	2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	9213	-4	0	2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.05	2.21	0.00	11.2
1I	55	-0	5310	5	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	9592	5	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1K	55	-0	5310	-3	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	9592	-3	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1M	55	-0	5310	5	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	9592	5	0	-2	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1O	55	-0	5310	-3	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.10	0.61	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	9592	-3	0	1	5312	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
2	55	-0	10750	1	0	-1	6040	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.37	0.21	1.23	2.58	0.00	11.2
7	55	-0	8431	1	0	-0	4735	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 10 NI 2411 NF 2683 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	--																	
	cm		kg			kg*m				cmq			Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	5593	8	0	2	2930	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.64	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	9107	8	0	2	-116	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.19	0.00	11.2
1C	0	-0	5593	-4	0	-1	2930	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.64	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	9107	-4	0	-1	-116	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.19	0.00	11.2
1E	0	-0	5593	8	0	2	2930	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.64	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	9107	8	0	2	-116	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.19	0.00	11.2
1G	0	-0	5593	-4	0	-1	2930	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.18	0.11	0.64	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	9107	-4	0	-1	-116	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.18	1.04	2.19	0.00	11.2
1I	0	-0	5197	7	0	1	2766	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	9503	7	0	1	-160	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1K	0	-0	5197	-4	0	-1	2766	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	9503	-4	0	-1	-160	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1M	0	-0	5197	7	0	1	2766	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	9503	7	0	1	-160	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1O	0	-0	5197	-4	0	-1	2766	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	9503	-4	0	-1	-160	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
2	0	-0	10650	3	0	1	-86	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.21	1.22	2.56	0.00	11.2
7	0	-0	8359	2	0	1	-68	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.16	0.96	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	5421	8	0	-1	4333	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	8935	8	0	-1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.02	2.14	0.00	11.2
1C	28	-0	5421	-4	0	0	4333	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	8935	-4	0	0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.02	2.14	0.00	11.2
1E	28	-0	5421	8	0	-1	4333	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	8935	8	0	-1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.02	2.14	0.00	11.2
1G	28	-0	5421	-4	0	0	4333	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	8935	-4	0	0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.02	2.14	0.00	11.2
1I	28	-0	5025	7	0	-0	4070	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	9331	7	0	-0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.07	2.24	0.00	11.2
1K	28	-0	5025	-4	0	0	4070	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	9331	-4	0	0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.07	2.24	0.00	11.2
1M	28	-0	5025	7	0	-0	4070	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	9331	7	0	-0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.07	2.24	0.00	11.2
1O	28	-0	5025	-4	0	0	4070	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	9331	-4	0	0	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.07	2.24	0.00	11.2
2	28	-0	10430	3	0	-0	5654	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.20	1.19	2.50	0.00	11.2
7	28	-0	8187	2	0	-0	4437	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.94	0.00	0.00	11.2

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1E	55	-0	5249	8	0	-3	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	8763	8	0	-3	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.17	1.00	2.10	0.00	11.2
1G	55	-0	5249	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	8763	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.17	1.00	2.10	0.00	11.2
1I	55	-0	4853	7	0	-2	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	9159	7	0	-2	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1K	55	-0	4853	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	9159	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1M	55	-0	4853	7	0	-2	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	9159	7	0	-2	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1O	55	-0	4853	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	9159	-4	0	1	5000	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
2	55	-0	10210	3	0	-1	5654	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.20	1.17	2.45	0.00	11.2
7	55	-0	8015	2	0	-1	4437	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.16	0.92	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 11 NI 2421 NF 2552 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m				cmq			Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	5183	9	0	2	-74	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	8669	9	0	2	-120	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1C	0	-0	5183	-5	0	-1	-74	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	8669	-5	0	-1	-120	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	5183	9	0	2	-74	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	8669	9	0	2	-120	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	5183	-5	0	-1	-74	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.59	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	8669	-5	0	-1	-120	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	4953	9	0	2	-73	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	8900	9	0	2	-122	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	1.02	2.14	0.00	11.2
1K	0	-0	4953	-5	0	-1	-73	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	8900	-5	0	-1	-122	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	1.02	2.14	0.00	11.2
1M	0	-0	4953	9	0	2	-73	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	8900	9	0	2	-122	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	1.02	2.14	0.00	11.2
1O	0	-0	4953	-5	0	-1	-73	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.00	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	8900	-5	0	-1	-122	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.17	1.02	2.14	0.00	11.2
2	0	-0	10000	3	0	1	-144	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.20	1.14	2.40	0.00	11.2
7	0	-0	7840	3	0	1	-114	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.01	0.15	0.90	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	5011	9	0	-1	3949	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	8497	9	0	-1	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	5011	-5	0	0	3949	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	8497	-5	0	0	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	5011	9	0	-1	3949	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	8497	9	0	-1	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	5011	-5	0	0	3949	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.10	0.57	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	8497	-5	0	0	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	4781	9	0	-1	3767	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	8728	9	0	-1	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	4781	-5	0	0	3767	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	8728	-5	0	0	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	4781	9	0	-1	3767	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	8728	9	0	-1	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	4781	-5	0	0	3767	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.23	0.09	0.55	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	8728	-5	0	0	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	9777	3	0	-0	5234	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.19	1.12	2.35	0.00	11.2
7	28	-0	7669	3	0	-0	4105	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.88	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	4839	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.55	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	8325	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	4839	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.55	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	8325	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	4839	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.55	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	8325	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	4839	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.10	0.55	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	8325	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	4609	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	8556	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	4609	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	8556	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	4609	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	8556	9	0	-3	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	4609	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.09	0.53	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	8556	-5	0	2	4681	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	9553	3	0	-1	5234	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.19	1.09	2.29	0.00	11.2
7	55	-0	7497	3	0	-1	4105	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 12 NI 2431 NF 2550 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

|--|

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1C	0	-0	5024	-6	0	-1	2696	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	8660	-6	0	-1	4542	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1E	0	-0	5024	11	0	2	2696	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	8660	11	0	2	4542	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1G	0	-0	5024	-6	0	-1	2696	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.17	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	8660	-6	0	-1	4542	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1I	0	-0	4907	11	0	2	2639	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	8777	11	0	2	4598	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	2.11	0.00	11.2
1K	0	-0	4907	-6	0	-1	2639	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	8777	-6	0	-1	4598	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	2.11	0.00	11.2
1M	0	-0	4907	11	0	2	2639	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	8777	11	0	2	4598	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	2.11	0.00	11.2
1O	0	-0	4907	-6	0	-1	2639	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.16	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	8777	-6	0	-1	4598	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.29	0.17	1.00	2.11	0.00	11.2
2	0	-0	9849	5	0	1	5202	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.32	0.19	1.13	2.36	0.00	11.2
7	0	-0	7717	4	0	1	4074	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.15	0.88	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	4852	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1B	28	-0	8488	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1C	28	-0	4852	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1D	28	-0	8488	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1E	28	-0	4852	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1F	28	-0	8488	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1G	28	-0	4852	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.10	0.56	0.00	0.00	11.2
1H	28	-0	8488	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1I	28	-0	4735	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1J	28	-0	8605	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1K	28	-0	4735	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1L	28	-0	8605	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1M	28	-0	4735	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1N	28	-0	8605	11	0	-1	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
1O	28	-0	4735	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	8605	-6	0	0	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.99	0.00	0.00	11.2
2	28	-0	9626	5	0	-0	5343	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
7	28	-0	7546	4	0	-0	4188	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.15	0.86	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	55	-0	4680	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1B	55	-0	8316	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1C	55	-0	4680	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1D	55	-0	8316	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1E	55	-0	4680	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1F	55	-0	8316	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1G	55	-0	4680	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1H	55	-0	8316	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2
1I	55	-0	4563	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.52	0.00	0.00	11.2
1J	55	-0	8433	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1K	55	-0	4563	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.52	0.00	0.00	11.2
1L	55	-0	8433	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1M	55	-0	4563	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.52	0.00	0.00	11.2
1N	55	-0	8433	11	0	-4	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
1O	55	-0	4563	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.09	0.52	0.00	0.00	11.2
1P	55	-0	8433	-6	0	2	4800	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.30	0.17	0.97	0.00	0.00	11.2
2	55	-0	9402	5	0	-1	5343	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.18	1.08	2.26	0.00	11.2
7	55	-0	7374	4	0	-1	4188	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.14	0.84	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 13 NI 2432 NF 1865 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	--																	
	cm		kg			kg*m				cmq			Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	5105	13	0	2	-268	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	9489	13	0	2	-700	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1C	0	-0	5105	-2	0	0	-268	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	9489	-2	0	0	-700	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1E	0	-0	5105	13	0	2	-268	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	9489	13	0	2	-700	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1G	0	-0	5105	-2	0	0	-268	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	9489	-2	0	0	-700	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.19	1.09	2.28	0.00	11.2
1I	0	-0	5417	14	0	2	-337	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	9177	14	0	2	-631	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1K	0	-0	5417	-2	0	0	-337	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	9177	-2	0	0	-631	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1M	0	-0	5417	14	0	2	-337	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	9177	14	0	2	-631	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
1O	0	-0	5417	-2	0	0	-337	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	9177	-2	0	0	-631	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.18	1.05	2.20	0.00	11.2
2	0	-0	10430	8	0	2	-690	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.20	1.19	2.50	0.00	11.2
7	0	-0	8166	7	0	2	-539	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.16	0.93	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	28	-0	4931	13	0	-1
----	----	----	------	----	---	----

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

1N	28	-0	9002	14	0	-1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.03	2.16	0.00	11.2
1O	28	-0	5243	-2	0	1	3845	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1P	28	-0	9002	-2	0	1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.03	2.16	0.00	11.2
2	28	-0	10205	8	0	-0	5016	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.20	1.17	2.45	0.00	11.2
7	28	-0	7992	7	0	-0	3928	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.16	0.91	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	56	-0	4756	13	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1B	56	-0	9140	13	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.05	2.19	0.00	11.2
1C	56	-0	4756	-2	0	1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1D	56	-0	9140	-2	0	1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.05	2.19	0.00	11.2
1E	56	-0	4756	13	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1F	56	-0	9140	13	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.05	2.19	0.00	11.2
1G	56	-0	4756	-2	0	1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.09	0.54	0.00	0.00	11.2
1H	56	-0	9140	-2	0	1	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.05	2.19	0.00	11.2
1I	56	-0	5068	14	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1J	56	-0	8828	14	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	1.01	2.12	0.00	11.2
1K	56	-0	5068	-2	0	2	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1L	56	-0	8828	-2	0	2	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	1.01	2.12	0.00	11.2
1M	56	-0	5068	14	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1N	56	-0	8828	14	0	-5	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	1.01	2.12	0.00	11.2
1O	56	-0	5068	-2	0	2	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.10	0.58	0.00	0.00	11.2
1P	56	-0	8828	-2	0	2	4544	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	1.01	2.12	0.00	11.2
2	56	-0	9979	8	0	-3	5016	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.20	1.14	2.39	0.00	11.2
7	56	-0	7817	7	0	-2	3928	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.15	0.89	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

ASTA NUM. 14 NI 2563 NF 2684 SEZ. Rp B= 50.0 H= 50.0 (trave)

categoria: p.p. y qy tot.
qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO	
	cm		kg			kg*m				cmq			Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm	
1A	0	-0	5452	4	0	1	-947	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1B	0	-0	9846	4	0	1	-1763	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.13	2.36	0.00	11.2
1C	0	-0	5452	-7	0	-1	-947	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1D	0	-0	9846	-7	0	-1	-1763	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.13	2.36	0.00	11.2
1E	0	-0	5452	4	0	1	-947	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1F	0	-0	9846	4	0	1	-1763	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.13	2.36	0.00	11.2
1G	0	-0	5452	-7	0	-1	-947	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1H	0	-0	9846	-7	0	-1	-1763	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.13	2.36	0.00	11.2
1I	0	-0	5689	5	0	1	-996	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1J	0	-0	9609	5	0	1	-1714	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1K	0	-0	5689	-8	0	-1	-996	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1L	0	-0	9609	-8	0	-1	-1714	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1M	0	-0	5689	5	0	1	-996	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1N	0	-0	9609	5	0	1	-1714	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
1O	0	-0	5689	-8	0	-1	-996	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.06	0.11	0.65	0.00	0.00	11.2
1P	0	-0	9609	-8	0	-1	-1714	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.11	0.19	1.10	2.31	0.00	11.2
2	0	-0	10910	-2	0	-0	-1941	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.12	0.21	1.25	2.62	0.00	11.2
7	0	-0	8538	-1	0	-0	-1520	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.09	0.17	0.98	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	39	-0	5209	4	0	-1	3851	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1B	39	-0	9603	4	0	-1	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1C	39	-0	5209	-7	0	2	3851	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1D	39	-0	9603	-7	0	2	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1E	39	-0	5209	4	0	-1	3851	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1F	39	-0	9603	4	0	-1	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1G	39	-0	5209	-7	0	2	3851	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.24	0.10	0.60	0.00	0.00	11.2
1H	39	-0	9603	-7	0	2	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.19	1.10	2.30	0.00	11.2
1I	39	-0	5446	5	0	-1	4018	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1J	39	-0	9366	5	0	-1	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1K	39	-0	5446	-8	0	2	4018	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1L	39	-0	9366	-8	0	2	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1M	39	-0	5446	5	0	-1	4018	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1N	39	-0	9366	5	0	-1	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
1O	39	-0	5446	-8	0	2	4018	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.25	0.11	0.62	0.00	0.00	11.2
1P	39	-0	9366	-8	0	2	5707	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	11.2
2	39	-0	10595	-2	0	0	6300	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.39	0.21	1.21	2.54	0.00	11.2
7	39	-0	8295	-1	0	0	4932	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.31	0.16	0.95	0.00	0.00	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	78	-0	4966	4	0	-3	5703	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.57	0.00	0.00	13.4
1B	78	-0	9360	4	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	13.4
1C	78	-0	4966	-7	0	4	5703	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.57	0.00	0.00	13.4
1D	78	-0	9360	-7	0	4	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	13.4
1E	78	-0	4966	4	0	-3	5703	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.57	0.00	0.00	13.4
1F	78	-0	9360	4	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	13.4
1G	78	-0	4966	-7	0	4	5703	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.57	0.00	0.00	13.4
1H	78	-0	9360	-7	0	4	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.07	2.25	0.00	13.4
1I	78	-0	5203	5	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.60	0.00	0.00	13.4
1J	78	-0	9123	5	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.04	2.19	0.00	13.4
1K	78	-0	5203	-8	0	5	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.60	0.00	0.00	13.4
1L	78	-0	9123	-8	0	5	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.04	2.19	0.00	13.4
1M	78	-0	5203	5	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.60	0.00	0.00	13.4
1N	78	-0	9123	5	0	-3	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.04	2.19	0.00	13.4
1O	78	-0	5203	-8	0	5	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.10	0.60	0.00	0.00	13.4
1P	78	-0	9123	-8	0	5	5707	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.35	0.18	1.04	2.19	0.00	13.4
2	78	-0	10280	-2	0	1	6300	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.39	0.20	1.18	2.47	0.00	13.4
7	78	-0	8052	-1	0	1	4932	3.08	3.08	9.24	3.08	0.15	0.31	0.16	0.92	0.00	0.00	13.4

PROGETTO DEFINITIVO MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA ELEMENTARE “A. CANOVA” DI SEGUSINO

qy medio: 6.2500 6.2500 kg/cm

armatura base = 4 X 1.54 per le armature aggiuntive consultare il tabulato

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	APOST	AANT	AINF	ASUP	x/d	Indice	resistenza	aswta	aswto	PASSO
--	cm		kg			kg*m			cmq				Fx,M	Bielle	V,Mx	cmq/m	cm
1A	0	-0	5764	-1	0	-1	-442	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.11	0.66	0.00	11.2
1B	0	-0	10522	-1	0	-1	-722	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.21	1.20	2.53	11.2
1C	0	-0	5764	-17	0	-3	-442	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.11	0.66	0.00	11.2
1D	0	-0	10522	-17	0	-3	-722	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.21	1.20	2.53	11.2
1E	0	-0	5764	-1	0	-1	-442	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.11	0.66	0.00	11.2
1F	0	-0	10522	-1	0	-1	-722	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.21	1.20	2.53	11.2
1G	0	-0	5764	-17	0	-3	-442	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.03	0.11	0.66	0.00	11.2
1H	0	-0	10522	-17	0	-3	-722	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.21	1.20	2.53	11.2
1I	0	-0	6039	0	0	-0	-372	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.69	0.00	11.2
1J	0	-0	10247	0	0	-0	-791	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.20	1.17	2.46	11.2
1K	0	-0	6039	-19	0	-3	-372	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.69	0.00	11.2
1L	0	-0	10247	-19	0	-3	-791	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.20	1.17	2.46	11.2
1M	0	-0	6039	0	0	-0	-372	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.69	0.00	11.2
1N	0	-0	10247	0	0	-0	-791	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.20	1.17	2.46	11.2
1O	0	-0	6039	-19	0	-3	-372	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.02	0.12	0.69	0.00	11.2
1P	0	-0	10247	-19	0	-3	-791	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.20	1.17	2.46	11.2
2	0	-0	11650	-13	0	-3	-838	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.05	0.23	1.33	2.80	11.2
7	0	-0	9120	-10	0	-2	-657	3.08	3.08	4.62	9.24	0.14	0.04	0.18	1.04	2.19	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 1.54 asup= 6.16 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

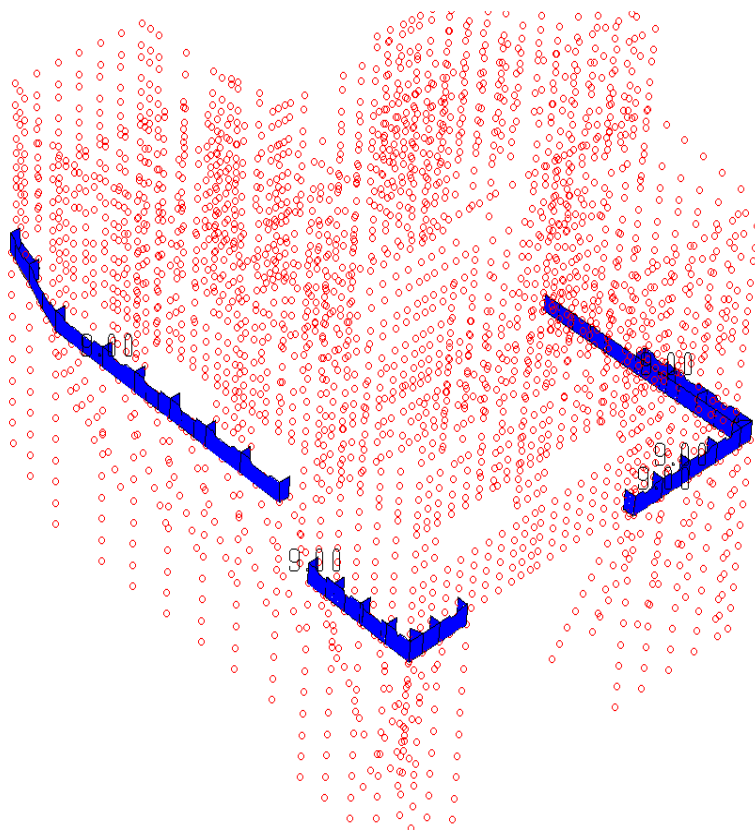
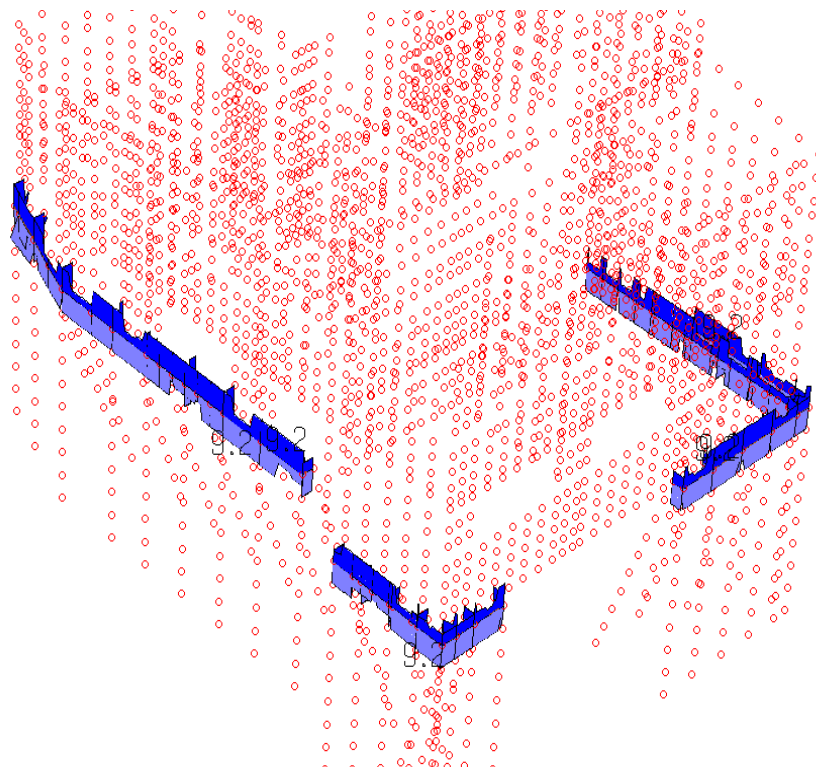
1A	29	-0	5581	-1	0	-0	4130	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.11	0.64	0.00	11.2
1B	29	-0	10340	-1	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.18	2.48	11.2
1C	29	-0	5581	-17	0	2	4130	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.11	0.64	0.00	11.2
1D	29	-0	10340	-17	0	2	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.18	2.48	11.2
1E	29	-0	5581	-1	0	-0	4130	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.11	0.64	0.00	11.2
1F	29	-0	10340	-1	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.18	2.48	11.2
1G	29	-0	5581	-17	0	2	4130	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.26	0.11	0.64	0.00	11.2
1H	29	-0	10340	-17	0	2	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.18	2.48	11.2
1I	29	-0	5856	0	0	-0	4422	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.12	0.67	0.00	11.2
1J	29	-0	10065	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.15	2.42	11.2
1K	29	-0	5856	-19	0	2	4422	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.12	0.67	0.00	11.2
1L	29	-0	10065	-19	0	2	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.15	2.42	11.2
1M	29	-0	5856	0	0	-0	4422	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.12	0.67	0.00	11.2
1N	29	-0	10065	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.15	2.42	11.2
1O	29	-0	5856	-19	0	2	4422	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.27	0.12	0.67	0.00	11.2
1P	29	-0	10065	-19	0	2	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.15	2.42	11.2
2	29	-0	11415	-13	0	1	5841	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.36	0.22	1.31	2.74	11.2
7	29	-0	8938	-10	0	1	4573	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.18	1.02	2.14	11.2

apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

1A	59	-0	5399	-1	0	0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.62	0.00	11.2
1B	59	-0	10157	-1	0	0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.16	2.44	11.2
1C	59	-0	5399	-17	0	7	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.62	0.00	11.2
1D	59	-0	10157	-17	0	7	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.16	2.44	11.2
1E	59	-0	5399	-1	0	0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.62	0.00	11.2
1F	59	-0	10157	-1	0	0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.16	2.44	11.2
1G	59	-0	5399	-17	0	7	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.62	0.00	11.2
1H	59	-0	10157	-17	0	7	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.20	1.16	2.44	11.2
1I	59	-0	5674	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	11.2
1J	59	-0	9882	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.13	2.37	11.2
1K	59	-0	5674	-19	0	8	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	11.2
1L	59	-0	9882	-19	0	8	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.13	2.37	11.2
1M	59	-0	5674	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	11.2
1N	59	-0	9882	0	0	-0	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.13	2.37	11.2
1O	59	-0	5674	-19	0	8	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.11	0.65	0.00	11.2
1P	59	-0	9882	-19	0	8	5346	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.33	0.19	1.13	2.37	11.2
2	59	-0	11180	-13	0	5	5841	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.36	0.22	1.28	2.68	11.2
7	59	-0	8755	-10	0	4	4573	3.08	3.08	9.24	4.62	0.14	0.28	0.17	1.00	2.10	11.2

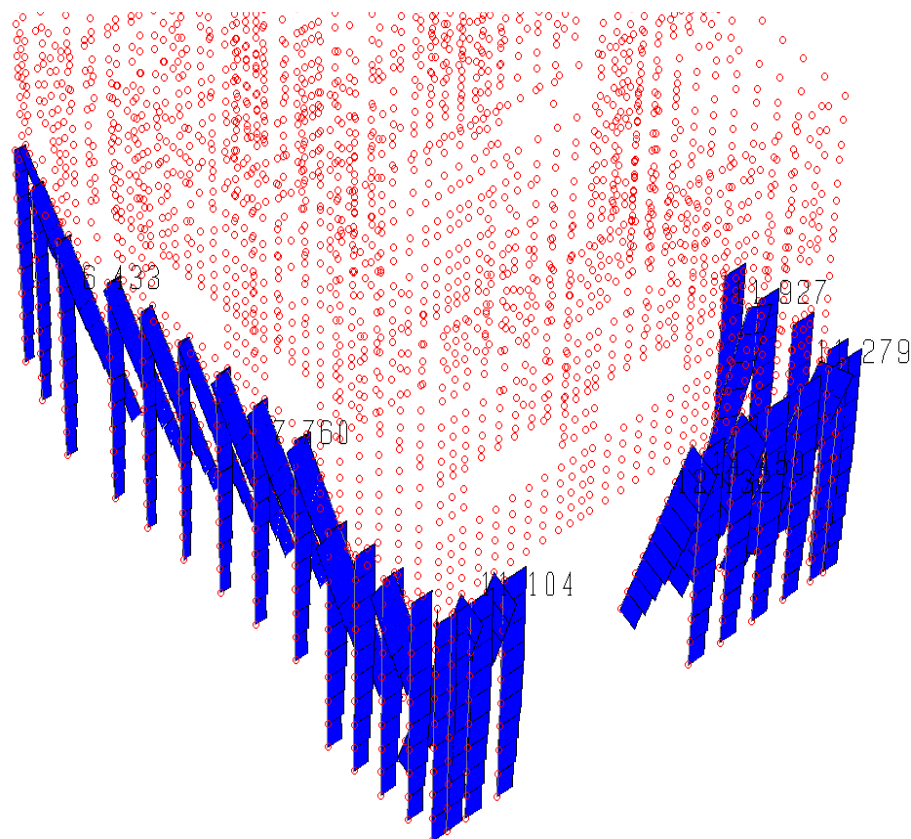
apost= -- aant= -- ainf= 6.16 asup= 1.54 (e arm. base= 4 X 1.54) staffe= 2 d 8 / 11.2

Superiore-inferiore



trasversale

6.2 Rappresentazione sforzo normale sui micropali



Verifica micropalo tipico

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)

Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

Carico limite verticale

Il carico limite verticale è stato calcolato con le formule statiche, che esprimono il medesimo in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno. A riguardo, poiché la realizzazione di un palo, sia esso infisso o trivellato, modifica sempre le caratteristiche del terreno nell'intorno dello stesso, si propone di assumere un angolo di resistenza a taglio pari a:

$$\varphi' = \frac{3}{4}\varphi + 10 \quad \text{nei pali infissi}$$

$$\varphi' = \varphi - 3^\circ \quad \text{nei pali trivellati}$$

dove φ è l'angolo di resistenza a taglio prima dell'esecuzione del palo. Di seguito indicheremo con ϕ il parametro di resistenza scelto. Ai fini del calcolo, il carico limite Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta Q_p e la resistenza laterale Q_l .

Resistenza unitaria alla punta

Formula di Terzaghi

La soluzione proposta da Terzaghi assume che il terreno esistente al disopra della profondità raggiunta dalla punta del palo possa essere sostituito da un sovraccarico equivalente pari alla tensione verticale efficace (trascurando pertanto il fatto che l'interazione tra palo e terreno di fondazione possa modificare tale valore) e riconduce l'analisi al problema di capacità portante di una fondazione superficiale.

La formula di Terzaghi può essere scritta:

$$Q_p = c \times N_c \times s_c + \gamma \times L \times N_q + 0.5 \times \gamma \times D \times N_\gamma \times s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$a = e^{(0.75 \pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

Metodo di Berezantzev

Fondamentalmente Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano di posa (punta del palo); tuttavia egli considera che il cilindro di terreno coassiale al palo ed avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento, sia in parte "sostenuto" per azione tangenziale dal rimanente terreno lungo la superficie laterale. Ne consegue un valore della pressione alla base inferiore a γD , e tanto minore quanto più questo "effetto silo" è marcato, cioè quanto più grande è il rapporto D/B; di ciò tiene conto il coefficiente N_q , che quindi è funzione decrescente di D/B.

La resistenza unitaria Q_p alla punta, per il caso di terreno dotato di attrito (ϕ) e di coesione (c), è data dall'espressione:

$$Q_p = c \times N_c + \gamma \times L \times N_q$$

Avendo indicato con:

γ peso unità di volume del terreno;
 L lunghezza del palo;
 N_c e N_q sono i fattori di capacità portante già comprensivi dell'effetto forma (circolare);

Metodo di Vesic

Vesic ha assimilato il problema della rottura intorno alla punta del palo a quello di espansione di una cavità cilindrica in mezzo elasto-plastico, in modo da tener conto anche della compressibilità del mezzo.

Secondo Vesic i coefficienti di capacità portante N_q e N_c si possono calcolare come segue:

$$N_q = \frac{3}{3 - \sin \phi} \left\{ \exp \left[\left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) \tan \phi \right] \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) I_{rr}^{(4 \sin \phi) / [3(1 + \sin \phi)]} \right\}$$

L'indice di rigidezza ridotto I_{rr} nella precedente espressione viene calcolato a partire dalla deformazione volumetrica ε_v .

L'indice di rigidezza I_r si calcola utilizzando il modulo di elasticità tangenziale G' e la resistenza a taglio s del terreno.

Quando si hanno condizioni non drenate o il suolo si trova in uno stato addensato, il termine ε_v può essere assunto pari a zero e si ottiene $I_{rr} = I_r$.

E' possibile fare una stima di I_r con i valori seguenti:

TERRENO	I_r
Sabbia	75-150
Limo	50-75
Argilla	150-250

Il termine N_c della capacità portante viene calcolato:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad (a)$$

Quando $\phi = 0$ (condizioni non drenate)

$$N_c = \frac{4}{3} \left(1 + n I_{rr} \right) + \frac{\pi}{2} + 1$$

Metodo di Janbu

Janbu calcola N_q (con l'angolo ψ espresso in radianti) come segue:

$$N_q = \left(\tan \varphi + \sqrt{1 + \tan^2 \varphi} \right)^2 \exp(2\psi \tan \varphi)$$

N_c si può ricavare dalla (a) quando $\phi > 0$.

Per $\phi = 0$ si usa $N_c = 5.74$

Formula di Hansen

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto D/B , quindi sia per fondazioni superficiali che profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori $L/D > 1$:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{L}{D}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{L}{D}$$

Nel caso $\phi = 0$

D/B	0	1	1.1	2	5	10	20	100
d'_c	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando $\phi = 0$.

Fattore di forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{D}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{D}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{D}{L} \tan \varphi$$

$$s_q = 1 + \frac{D}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{D}{L}$$

Fattore di profondità:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_\gamma = 1 \quad \text{per qualsiasi } k$$

$$k = \tan^{-1} \frac{L}{D} \quad \text{se } \frac{L}{D} > 1$$

Resistenza del fusto

Il metodo utilizzato per il calcolo della capacità portante laterale è il metodo α , proposto da *Tomlinson (1971)*; la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo:

$$Q_l = (\alpha c + \sigma K \tan \delta) \cdot A_l \cdot f_w$$

A_l = superficie laterale del palo;

f_w = fattore di correzione legato alla tronco-conicità del palo, ossia la diminuzione percentuale del diametro del palo con

c = valore medio della coesione (o della resistenza a taglio in condizioni non drenate);

σ = pressione verticale efficace del terreno;

K = coefficiente di spinta orizzontale, dipendente dalla tecnologia di esecuzione del palo e dal precedente stato di addensamento, viene calcolato come segue:

Per pali infissi

$$K = 1 - \tan^2 \phi$$

o, nel caso specifico, è possibile assegnare i seguenti valori proposti in tabella:

Palo	K	
	Terreno sciolto	Terreno denso
Acciaio	0.5	1
Calcestr. Pref.	1	2
Legno	1	3

Per pali trivellati

$$K = 1 - \sin \phi$$

δ = attrito palo-terreno funzione della scabrezza della superficie del palo;

Per pali infissi

$$\delta = 3/4 \tan \phi$$

Per pali trivellati

$$\delta = \tan \phi$$

α = coefficiente d'adesione ricavato come di seguito riportato:

Pali trivellati:

Caquot – Kerisel

$$\alpha = \frac{100 + c^2}{100 + 7c^2}$$

Meyerhof – Murdock (1963)

$$\alpha = 1 - 0.1 \cdot c \quad \text{per } c < 5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.525 - 0.005 \cdot c \quad \text{per } c \geq 5 \text{ t/m}^2$$

Whitaker – Cooke (1966)

$$\alpha = 0.9 \text{ per } c < 2.5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.8 \text{ per } 2.5 \leq c < 5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.6 \text{ per } 5 \leq c \leq 7.5 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.9 \text{ per } c > 7.5 \text{ t/m}^2$$

Woodward (1961)

$$\alpha = 0.9 \text{ per } c < 4 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.6 \text{ per } 4 \leq c < 8 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.5 \text{ per } 8 \leq c < 12 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.4 \text{ per } 12 \leq c \leq 20 \text{ t/m}^2$$

$$\alpha = 0.20 \text{ per } c > 20 \text{ t/m}^2$$

Pali infissi

Coefficiente α per palo infisso	
$2.5 \leq c < 5 \text{ t/m}^2$	$\alpha = 1.00$
$5 \leq c < 10$	$\alpha = 0.70$
$10 \leq c < 15$	$\alpha = 0.50$
$15 \leq c < 20$	$\alpha = 0.40$
$c \geq 20$	$\alpha = 0.30$

Attrito negativo

Quando un palo viene infisso o passa attraverso uno strato di materiale compressibile prima che si sia esaurito il processo di consolidazione, il terreno si muoverà rispetto al palo facendo insorgere sforzi attritivi tra palo e terreno che inducono al cosiddetto fenomeno dell'attrito negativo. L'effetto dell'attrito negativo è quello di aumentare il carico assiale sul palo, con conseguente aumento del cedimento, dovuto all'accorciamento elastico del palo stesso per effetto dell'aumento di carico. La forza che nasce per effetto dell'attrito negativo è stimata pari alla componente attritiva della resistenza laterale (vedi Resistenza del fusto) lungo la superficie laterale a contatto con lo strato in cui si genera tale fenomeno, ma di verso opposto all'attrito positivo. La risultante così determinata non viene detratta dal carico limite, ma da quello di esercizio.

Fattore di correzione in condizioni sismiche.

Criterio di Vesic

Secondo questo autore per tenere conto del fenomeno della dilatanza nel calcolo della capacità portante è sufficiente diminuire di 2° l'angolo d'attrito degli strati di fondazione. Il limite di questo suggerimento è nel fatto che non tiene conto dell'intensità della sollecitazione sismica (espressa attraverso il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima). Questo criterio pare però trovare conferma nelle osservazioni fatte in occasione di diversi eventi sismici.

Criterio di Sano

L'autore propone di diminuire l'angolo d'attrito degli strati portanti di una quantità data dalla relazione:

$$D_p = \arctg\left(\frac{A_{max}}{\sqrt{2}}\right)$$

dove A_{max} è l'accelerazione sismica orizzontale massima.

Questo criterio, rispetto a quello di **Vesic**, ha il vantaggio di prendere in considerazione anche l'intensità della sollecitazione sismica. L'esperienza però dimostra che l'applicazione acritica di questa relazione può condurre a valori eccessivamente cautelativi di **Qlim**.

Le correzioni di **Sano** e di **Vesic** si applicano esclusivamente a terreni incoerenti ben addensati. È errato applicarle a terreni sciolti o mediamente addensati, dove le vibrazioni sismiche producono il fenomeno opposto a quello della dilatanza, con aumento del grado di addensamento e dell'angolo d'attrito.

Cedimenti metodo di Davis-Poulos

Il cedimento verticale è stato calcolato con il metodo di *Davis-Poulos*, secondo il quale il palo viene considerato rigido (indeformabile) immerso in un mezzo elastico, semispazio o strato di spessore finito.

Si ipotizza che l'interazione palo-terreno sia costante a tratti lungo n superfici cilindriche in cui viene suddivisa la superficie laterale del palo.

Il cedimento della generica superficie i per effetto del carico trasmesso dal palo al terreno lungo la superficie j -esima può essere espresso:

$$W_{i,j} = (\tau_j / E) \times B \times I_{i,j}$$

Avendo indicato con:

τ_j = Incremento di tensione relativo al punto medio della striscia

E = Modulo elastico del terreno

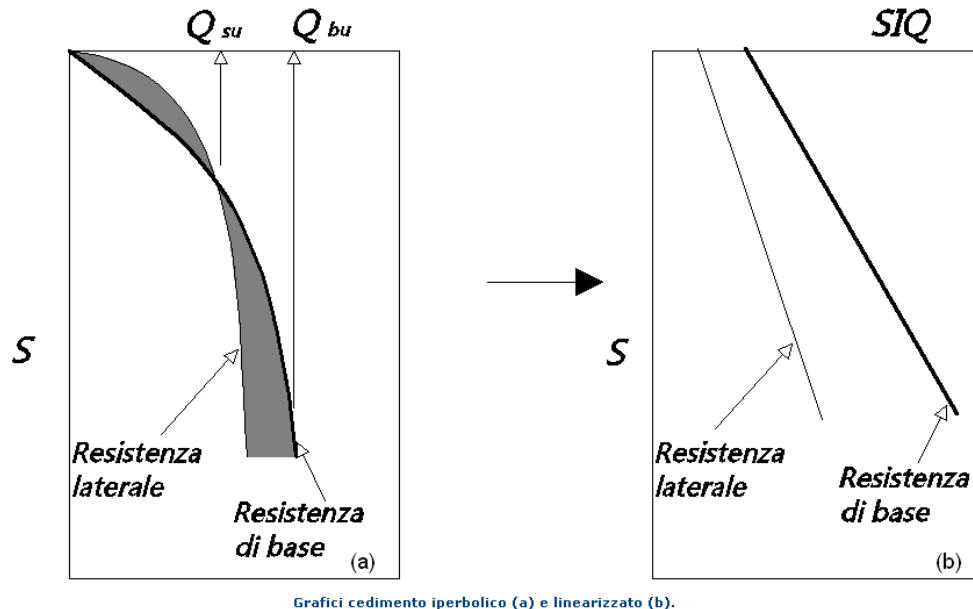
B = Diametro del palo

$I_{i,j}$ = Coefficiente di influenza

Il cedimento complessivo si ottiene sommando $W_{i,j}$ per tutte le j aree

Cedimento Metodo Iperbolico

Il metodo iperbolico modificato rappresenta uno sviluppo dello studio di Chin (1970,1972,1983) che consente di stimare il cedimento di pali singoli partendo dall'idea che il diagramma carico-cedimento, per il corpo di un palo e la sua base, abbia un andamento iperbolico. I valori del *carico ultimo laterale* (Q_{su}) e la *resistenza di base ultima* (Q_{bu}) rappresentano i termini asintotici della curva (figura a) (*Terzaghi, 1943*). Sotto queste ipotesi è possibile giungere ad una rappresentazione linearizzata del problema considerando la variazione della quantità S/Q rispetto allo spostamento S (figura b).



Lo studio di Fleming ha dimostrato che gli spostamenti totali stimati col metodo di Chin erano distorti dall'accorciamento elastico del corpo del palo e suggerì una tecnica semplificata per la quale la deformazione elastica del palo può essere determinata, con sufficiente accuratezza, sottraendo alla stima di Chin l'accorciamento del palo.

Considerando lo schema in figura l'accorciamento elastico del palo dipende dal carico applicato Q in rapporto all'attrito laterale ultimo Q_{su} . In particolare se $Q \leq Q_{su}$ la deformazione elastica del corpo del palo corrisponde alla somma dell'accorciamento elastico lungo la zona ad attrito basso o nullo e quello che si sviluppa lungo la parte attiva del fusto:

$$S_e = \frac{4Q(L_o + K_e L_a)}{\pi d_s^2 E_c}$$

Se, invece, si ha che $Q > Q_{su}$ bisogna considerare un ulteriore accorciamento legato alla parte attiva del palo che deve essere aggiunta alla deformazione elastica:

$$S_e = \frac{4}{\pi d_s^2 E_c} [Q(L_o + L_a) - L_a Q_{su}(1 - k_e)]$$

I parametri della formula sono:

- d_s : diametro testa del palo.
- E_c : modulo di elasticità del materiale del palo il cui valore può essere ricavato da una interpolazione lineare tra i valori di $E_c = 26 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ per calcestruzzo con forza specifica di 20 N/mm^2 e il valore di $E_c = 40 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ per calcestruzzo da 40 N/mm^2 .
- L_o : lunghezza del palo ad attrito basso o nullo.
- L_a : lunghezza attiva del palo.
- k_e : rapporto della lunghezza equivalente del fusto del palo rispetto alla lunghezza attiva L_a . Si può considerare un valore di 0.5 quando si ha un attrito che si sviluppa uniformemente lungo L_a oppure quando il palo è inserito in sabbia o ghiaia. Per pali in argilla caratterizzati da uno sforzo che cresce in profondità si può usare un valore di 0.45.

Lo spostamento del *palo rigido* può essere calcolato sapendo che la somma dell'attrito laterale e della resistenza di base corrisponde al carico totale applicato alla testa del palo.

$$Q = Q_s + Q_b$$

Considerando il palo rigido lo spostamento totale in testa è uguale a quello che si ottiene lungo il fusto ed è uguale a quello misurato alla base del palo:

$$S_t = S_s = S_b$$

Dal grafico linearizzato si può vedere che lo spostamento lungo il fusto del palo può essere calcolato come:

$$S_s = \frac{M_s d_s Q_s}{Q_{su} - Q_s}$$

In cui

- M_s : fattore adimensionale di flessibilità terreno/fusto.
- d_s : diametro testa.
- Q_s : attrito.
- Q_{su} : attrito ultimo determinato col metodo statico (condizione drenata)

L'equazione dello spostamento alla base del palo ricavata da Fleming è:

$$S_b = \frac{0.6 Q_{bu} Q_b}{d_b E_b (Q_{bu} - Q_b)}$$

dove

- d_b : diametro della base del palo.
- Q_b : resistenza alla base.
- Q_{bu} : resistenza ultima alla base
- E_b : modulo di taglio corrispondente a $Q_{bu}/4$

Infine, ponendo la condizione di uguaglianza $S_s = S_b$ e considerando il carico totale applicato Q si ottiene lo spostamento totale di un palo rigido considerando solo i valori positivi della relazione:

$$S_t = \frac{-g \pm \sqrt{g^2 - 4fh}}{2f}$$

In cui le variabili sono così definite:

- $f = \eta(Q - \alpha) - \beta$
- $g = Q(\delta + \lambda\eta) - \alpha\delta - \beta\lambda$
- $h = \lambda\delta Q$
- $\alpha = Q_{su}$
- $\beta = d_b E_b Q_{bu}$
- $\lambda = M_s d_s$
- $\delta = 0.6 Q_{bu}$
- $\eta = d_b E_b$

Lo spostamento complessivo del palo comprende la componente di spostamento rigido e quella di accorciamento elastico.

Il modulo elastico del terreno E_b al di sotto della base del palo è legato alle caratteristiche del terreno ed è fortemente influenzato dalla tecnica di costruzione del palo. Fleming sostiene che è consigliabile che questo parametro di progetto sia determinato da un insieme accurato di prove in cui i pali sono caricati fino al punto in cui viene mobilitata una sostanziale quota della resistenza di punta. In mancanza di questi dati si può scegliere, cautelativamente, il valore di E_b da range di valori relativi al tipo di terreno e alla tecnica di costruzione del palo.

CARICO LIMITE ORIZZONTALE

Il carico limite orizzontale è stato calcolato secondo la teoria sviluppata da Broms il quale assume che il comportamento dell'interfaccia palo-terreno sia di tipo rigido perfettamente plastico, e cioè che la resistenza del terreno si mobilita interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento a rimanga costante al crescere dello spostamento stesso.

Si assume che il comportamento flessionale del palo sia di tipo rigido-perfettamente plastico, vale a dire che le rotazioni elastiche del palo sono trascurabili finché il momento flettente non raggiunge il valore M_y di plasticizzazione.

Per i terreni coesivi Broms propone di adottare una reazione del terreno costante con la profondità pari a:

$$p = 9 \times c_u \times B$$

con reazione nulla fino alla profondità di 1.5 d; avendo indicato con:

c_u = Coesione non drenata,
 B = Diametro del palo
 p = Reazione del terreno per unità di lunghezza del palo.

Per i terreni incoerenti si assume che la resistenza vari linearmente con la profondità secondo la legge:

$$p = 3K_p \gamma zB$$

avendo indicato con:

p = Reazione del terreno per unità di lunghezza del palo;
 K_p = Coefficiente di spinta passiva;
 γ = Peso unità di volume del terreno;
 z = Profondità;
 B = Diametro del palo.

Palo in condizioni d'esercizio

Analisi del palo in condizioni di esercizio:

Metodo degli elementi finiti.

Il metodo degli elementi finiti modella il palo di fondazione, sottoposto a carichi trasversali, in modo realistico in quanto fa uso sia degli spostamenti che delle rotazioni ai nodi per definire la linea elastica del palo, pertanto rappresenta il metodo più razionale ed efficace attualmente disponibile per analizzare questo tipo di strutture.

Di seguito si richiamano i fondamenti teorici del metodo indicando con **P** la matrice delle forze nodali esterne, con **F** quella delle forze interne e con **A** la matrice dei coefficienti di influenza che, per l'equilibrio tra forze esterne ed interne, lega le prime due secondo la ben nota forma:

$$\mathbf{P} = \mathbf{A}\mathbf{F}$$

Gli spostamenti interni **e** (traslazioni e rotazioni) dell'elemento nel generico nodo sono legati agli spostamenti esterni **X** (traslazioni e rotazioni) applicati ai nodi, dalla seguente relazione:

$$\mathbf{e} = \mathbf{B}\mathbf{X}$$

dove la matrice **B** è dimostrato essere la trasposta della matrice **A**.

D'altra parte, le forze interne **F** sono legate agli spostamenti interni **e** dalla seguente espressione:

$$\mathbf{F} = \mathbf{S}\mathbf{e}$$

Applicando le consuete sostituzioni, si ottiene:

$$\mathbf{F} = \mathbf{S}\mathbf{A}^T\mathbf{X}$$

e quindi

$$\mathbf{P} = \mathbf{A}\mathbf{F} = \mathbf{A} \mathbf{S}\mathbf{A}^T \mathbf{X}$$

Pertanto, calcolando l'inversa della matrice $\mathbf{A} \mathbf{S}\mathbf{A}^T$ si ricava l'espressione degli spostamenti esterni $\mathbf{X}$:

$$\mathbf{X} = (\mathbf{A} \mathbf{S}\mathbf{A}^T)^{-1} \mathbf{P}$$

Noti, quindi, gli spostamenti $\mathbf{X}$ è possibile ricavare le forze interne $\mathbf{F}$ necessarie per il progetto della struttura.

La matrice $\mathbf{A} \mathbf{S}\mathbf{A}^T$ è nota come matrice di rigidezza globale in quanto caratterizza il legame tra spostamenti e forze esterne nodali.

Il metodo ad elementi finiti ha, tra l'altro, il vantaggio di consentire di mettere in conto, come condizioni al contorno, rotazioni e spostamenti noti.

Le reazioni nodali delle molle che schematizzano il terreno vengono considerate come forze globali legate al modulo di reazione e all'area d'influenza del nodo. Nella soluzione ad elementi finiti per pali soggetti a carichi trasversali, il modulo di reazione viene considerato nella forma:

$$k_s = A_s + B_s Z^n$$

o, non volendo far crescere illimitatamente il k_s con la profondità, nella forma:

$$k_s = A_s + B_s \tan^{-1}(Z/B)$$

nella quale Z è la profondità e B è il diametro del palo.

I valori di A_s e $B_s Z^n$ sono ottenuti dall'espressione della capacità portante (Bowles) con fattori correttivi s_i , d_i , e i_i pari a 1:

$$k_s = q_{ult}/\Delta H = C(cN_c + 0.5\gamma B N_\gamma)$$

$$B_s Z^n = C(\gamma N_q Z^1)$$

Dove $C = 40$ è ottenuto in corrispondenza di un cedimento massimo di 25 mm.

Momenti cinematici

In presenza dell'azione sismica la risposta del palo è il risultato di una complessa interazione terreno-palo, resa di difficile interpretazione a causa dei fenomeni di non linearità nel terreno e degli effetti cinematici associati al moto del terreno.

Generalmente, alle sollecitazioni trasmesse dalla sovrastuttura si aggiungono, applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, quelle derivanti dall'interazione cinematica che produce nei pali sollecitazioni aggiuntive dipendenti principalmente dalla rigidezza relativa palo-terreno.

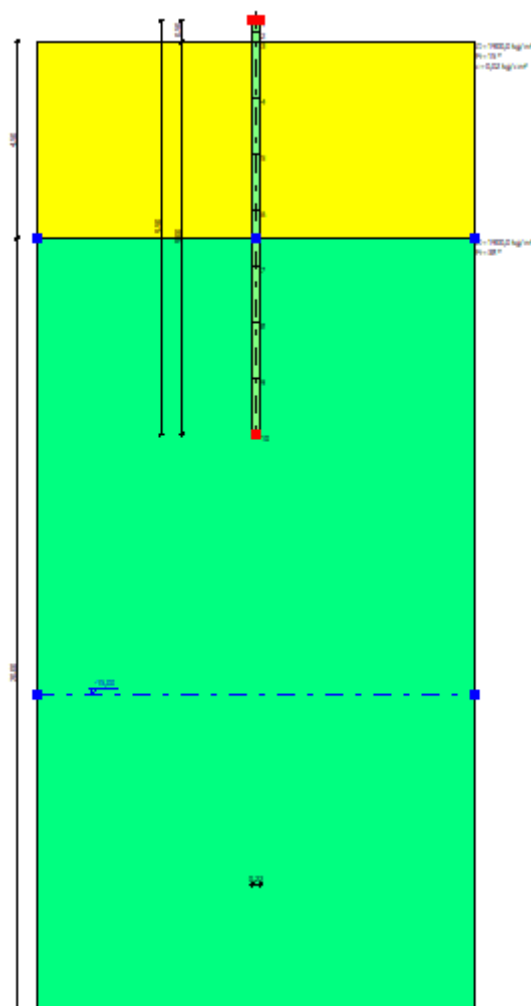
Dalla letteratura esistente in merito a questo tipo di studi, emerge che nel caso di palo immerso in terreni stratificati, la sollecitazione flettente subisce un pronunciato incremento in prossimità dell'interfaccia fra strati di differente rigidezza e tale incremento è tanto maggiore quanto più elevato è il contrasto di rigidezza. In alcuni casi il valore del momento prodotto da questo effetto potrebbe superare quello che insorge nei pali in testa in presenza di incastro.

Da un'analisi di numerosi risultati, *Nikolaou et al., 2001*, ha proposto una relazione che consente di calcolare, in maniera approssimata, il momento flettente massimo in corrispondenza dell'interfaccia tra due strati di differente rigidezza, in condizioni di moto stazionario con frequenza prossima alla frequenza fondamentale del deposito in cui è immerso il palo:

$$M = 0,042 \cdot \tau_c \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0,30} \left(\frac{E_p}{E_1}\right)^{0,65} \left(\frac{V_{s2}}{V_{s1}}\right)^{0,50}$$

in cui $\tau_c = a_{max} \rho_1 H_1$; a_{max} accelerazione sismica, ρ_1 densità del terreno, H_1 spessore dello strato, V_{s1} e V_{s2} , rispettivamente, la velocità delle onde di taglio nei due strati; E_1 è modulo di rigidezza dello strato superiore di terreno, E_p modulo di elasticità del palo, d diametro del palo, L lunghezza del palo.

6.3 palo m. 9 (sezione)



Dati generali

Descrizione	prova
Diametro punta	0,22 m
Lunghezza	9,00 m
Tipo	Trivellato
Sporgenza dal terreno	0,50 m
Densità relativa strato punta palo	90,00
Portanza di punta calcolata con:	Berezantzev
Profondità falda da piano campagna	15,00 m
Calcestruzzo tipo	2
Acciaio tipo	5

Archivio materiali

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Kg/cm²]	Ec [Kg/cm²]	fck [Kg/cm²]	fcd [Kg/cm²]	fctd [Kg/cm²]	fctm [Kg/cm²]
1	C20/25	250	299600	200	113,3	10,1	22,1
2	C25/30	300	314750	250	141,6	11,4	25,6
3	C28/35	350	323080	280	158,6	12,6	27,6
4	C40/50	500	352200	400	226,6	16,3	35

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Kg/cm²]	fyk [Kg/cm²]	fyd [Kg/cm²]	ftk [Kg/cm²]	ftd [Kg/cm²]	ep_tk	epd_ult	B1*B2 iniz.	B1*B2 finale
1	B450C	2000000	4500	3913	4500	3913	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	2000000	4500	3913	5400	4500	.075	.0675	1	0,5
3	B450C**	2000000	4500	3913	4582	3985	.012	.01	1	0,5
4	S235H	2141370	2447,28	2128,11	3670,92	2128,11	0,012	0,01	1	0,5
5	S275H	2141370	2855,16	2482,97	4384,71	2482,97	0,012	0,01	1	0,5
6	S355H	2141370	3670,92	3191,66	5200,47	3670,92	0,012	0,01	1	0,5

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto.. Vs: Velocità onde di taglio.

Strat. 1

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kg/m³]	Peso Unità di volume Saturo [kg/m³]	c [kg/cm²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [kg/cm²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	4,50	1900,00	0,00	0,02	15,00	Si	1,00	20,00	0	riporto
2	20,00	1900,00	2100,00	0,00	38,00	No	1,00	700,00	0	Ghiaia con sabbia o ghiaia sabbiosa

Carico limite

Stratigrafia	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/ [kg/cm²]	Peso palo [kg]	Carico limite punta [kg]	Carico limite laterale [kg]	Carico limite [kg]	Attrito negativo [kg]	Carico limite orizzontale [kg]
A1+M1+R3	52,94	74,18	35/0,00	855,30	34412,96	11909,94	42607,03	2860,57	2769,41 [Lungo]

Corto si rompe il terreno senza che la sezione si plasticizzi. Medio si rompe la sezione in c.a. prima del terreno (una sola cerniera plastica). Lungo si rompe la sezione in c.a. prima del terreno (due cerniere plastiche).

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione:	A1+M1+R3
---	----------

Numero verticali di indagine	1		
Fattore correlazione verticale indagate media (xi3)	1,65		
Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4)	1,55		
	Rc, Min [kg]	Rc, Media [kg]	Rc, Max [kg]
Base	34412,96	34412,96	34412,96
Laterale	11909,94	11909,94	11909,94
Totale	42607,03	42607,03	42607,03

Coefficiente parziale resistenza caratteristica	R3
Base	1,35
Laterale	1,15
Resistenza di progetto base	15449,14 kg
Resistenza di progetto laterale	6276,65 kg
Resistenza di progetto	20870,49 kg

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI TRASVERSALI

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione:	A1+M1+R3
---	----------

Numero verticali di indagine 1
 Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1,65
 Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1,55
 Momento plasticizzazione 1200,00 kgm

Rc, Min [kg]	Rc, Media [kg]	Rc, Max [kg]
2769,412	2769,412	2769,412

Coefficiente parziale resistenza caratteristica 1,3
 Resistenza di progetto 1291,10 kg

ARMATURE

Nodo	Z [m]	Nd [kg]	Md [kgm]	Td [kg]	Nr. Ba re Di am etr o	Nu [kg]	Mu [kgm]	Cond. Verifica a Flessio ne	Ver. Presso- Flessione	Def. .M ax Cls	Def.M ax Fe	Asse Neutro [cm]	Passo Staffe [cm]	Res. Taglio [kg]	Sicurezza taglio	Cond. Verifica Taglio
1	0	14500,00	1999,97	2343,43		--	--	2,07	Verificata	--	--	--	--	29555,21	12,61	Verificata
2	1,01	14579,41	-369,50	-412,23		--	--	5,84	Verificata	--	--	--	--	29555,21	71,70	Verificata
3	2,02	14658,82	47,31	51,89		--	--	7,84	Verificata	--	--	--	--	29555,21	569,60	Verificata
4	3,03	14738,24	-5,16	-5,54		--	--	8,06	Verificata	--	--	--	--	29555,21	5331,97	Verificata
5	4,04	14817,65	0,45	0,52		--	--	8,04	Verificata	--	--	--	--	29555,21	57245,91	Verificata
6	5,06	14897,06	-0,07	-0,09		--	--	7,99	Verificata	--	--	--	--	29555,21	328820,60	Verificata
7	6,07	14976,47	0,02	0,02		--	--	7,95	Verificata	--	--	--	--	29555,21	1379507,43	Verificata
8	7,08	15055,88	0,00	-0,01		--	--	7,91	Verificata	--	--	--	--	29555,21	5743792,56	Verificata
9	8,09	15135,30	0,00	0,00		--	--	7,87	Verificata	--	--	--	--	29555,21	30796587,00	Verificata
10	9,1	15214,71	0,00	--		--	--	--	Verificata	--	--	--	--	29555,21	--	Verificata

Segusino, li 06.02.2019

IL PROGETTISTA

(ing. Ugo GANZ)