



Via Odescalchi 39
20831 Seregno (MB)
Telefono +39.0362.222223 Fax +39.0362.240395
Sito WEB: www.aningegneria.net email: info@aningegneria.net

Componenti strutturali per pavimenti sopraelevati


Classificazione sismica componenti pavimenti sopraelevati

Verifica pavimento con 2x2 moduli

RELAZIONE DI CALCOLO

Ai sensi della normativa DM 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

<u>Committente:</u> GSA S.r.l. Via Manzoni 146H – Cesano Maderno (MB)		<u>Data:</u> 21/09/2022	
<u>File</u>	<u>Revisione</u>		
RT.05-Rev1.032.20.Relazione specialistica prove Eucentre.docx	<i>n.</i>	<i>data</i>	<i>oggetto</i>
	0	26/01/2022	Emissione
	1	21/09/2022	Revisione generale
<u>Redatto</u>	<u>Verificato</u>	<u>Approvato</u>	
Ing. Pietro Torregiani	Ing. Angelo Novara	Ing. Angelo Novara	

Seregno, lì 21 settembre 2022	<i>Timbro e firma</i> 
-------------------------------	---

INDICE

1.	Premessa	3
2.	Normative di riferimento	5
3.	Descrizione e modalità di certificazione	5
4.	Relazione dei materiali	6
4.1.	Profili in acciaio	6
5.	Modellazione con Midas Gen	7
5.1.	Combinazioni di carico	7
5.2.	Risultati numerici.....	8
5.3.	Verifiche	12
5.4.	Risultati di sintesi	15
5.5.	Validazione del modello	15
6.	Confronto con prova Eucentre	18
7.	Allegati	20

1. Premessa

La presente relazione valuta la risposta sismica dei sistemi di sostegno dei pavimenti sopraelevati prodotti dall'azienda GSA S.r.l. con sede in Cesano Maderno (CO).

La produzione degli stessi si differenzia a seconda della geometria e dei carichi applicati; pertanto la risposta sismica sarà differente a seconda della geometria e dei carichi considerati; in particolare si valuterà l'accelerazione sismica limite per ciascuna casistica.

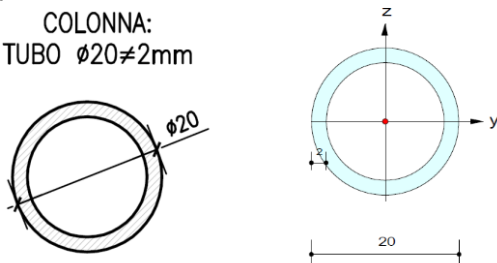
Per effettuare l'analisi vengono considerate le seguenti variabili:

- Altezza e dimensioni delle colonne;
- Presenza di eventuali diagonali/controventi;
- Carico applicato.

La struttura metallica a sostegno del pavimento sopraelevato è composta da:

- profili tubolari verticali, ciascuno in corrispondenza degli angoli dei singoli moduli di pavimento sopraelevato;

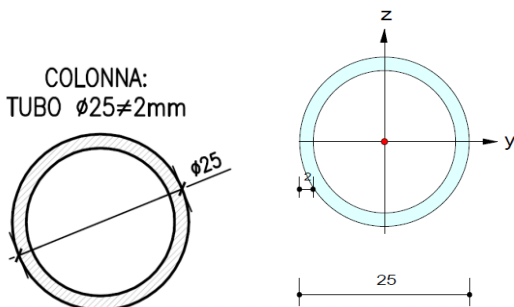
COLONNA:
TUBO $\varnothing 20 \neq 2\text{mm}$



Outer Dia.	20.0000	Wall Thick	2.00000
Area	113.097	Asz	56.5487
Qyb	82.0000	Qzb	82.0000
Iyy	4636.99	Izz	4636.99
Ybar	10.0000	Zbar	10.0000
Wely	463.699	Welz	463.699
ry	6.40312	rz	6.40312

Figura 1: Sezione delle colonne H 100-400mm [valori in mm]

COLONNA:
TUBO $\varnothing 25 \neq 2\text{mm}$



Outer Dia.	25.0000	Wall Thick	2.00000
Area	144.513	Asz	72.2566
Qyb	133.250	Qzb	133.250
Iyy	9628.20	Izz	9628.20
Ybar	12.5000	Zbar	12.5000
Wely	770.256	Welz	770.256
ry	8.16241	rz	8.16241

Figura 2: Sezione delle colonne H 600-1000mm [valori in mm]

- profili "PONTE" posti alla base delle colonne al fine di irrigidire la struttura.

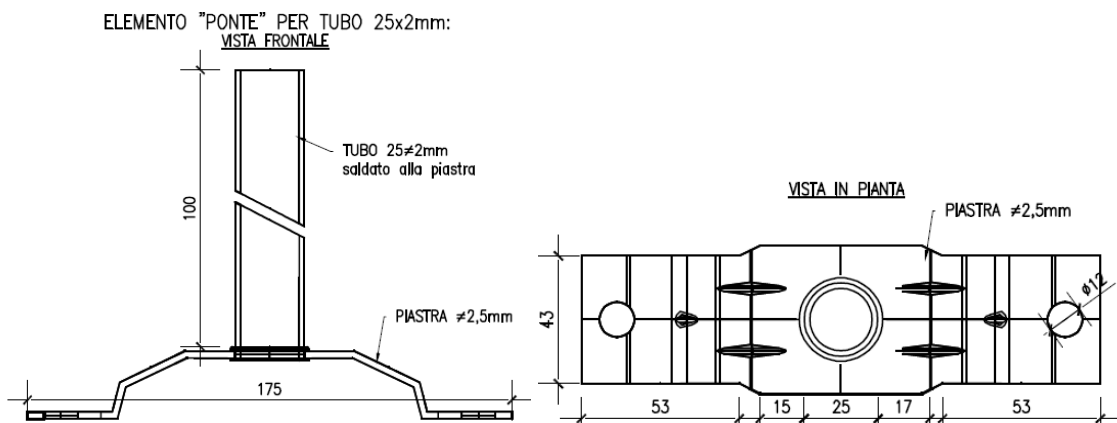


Figura 3: Profilo "PONTE"

- diagonali aventi sezioni circolari 25x1,2mm collegate al pavimento ed al tubolare verticale;

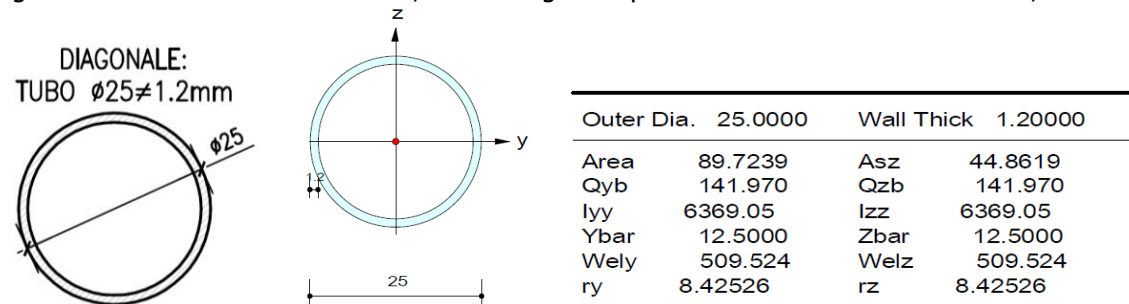


Figura 4: Sezione diagonali [valori in mm]

- traverse alte aventi spessore 0,9mm di cui si riporta la sezione di seguito;

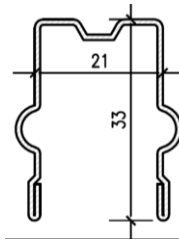


Figura 5: Sezione delle traverse

I tubolari presentano sezioni differenti a seconda dell'altezza media degli stessi:

- "Tubolare 20x2mm" caratterizzato da un'altezza variabile tra 10cm e 40cm;
- "Tubolare 25x2mm" utilizzato per un'altezza variabile tra 60 cm e 100 cm.

I profili diagonali vengono posizionati a quote variabili a seconda dell'altezza della struttura stessa in particolare si assume la seguente casistica:

- Non sono presenti per le colonne aventi altezza pari a 10-20-30-40cm;
- Diagonali posizionati a quota 50cm per le colonne aventi altezza pari a 60-70cm;
- Diagonali posizionati a quota 70cm per le colonne aventi altezza pari a 80-90-100cm.

Le colonne aventi altezza variabili tra 10cm e 40cm vengono fissate alla base utilizzando i profili "PONTE" che vengono posizionati in corrispondenza degli appoggi delle colonne stesse al fine di irrigidire la struttura a sostegno della pavimentazione sopraelevata per le casistiche precedentemente riportate; sono fissati al pavimento od alla base di appoggio con tasselli antisismici.

I carichi considerati in fase di analisi vengono definiti a partire dalla normativa vigente dei pavimenti sopraelevati, sono definiti carichi concentrati di esercizio con valori pari a 200 kg, 400 kg e 600 kg applicati per singolo pannello.

Nel caso specifico si riportano le assunzioni, le verifiche ed i risultati ottenuti per la casistica avente le seguenti specifiche:

- Dimensioni generali in piante della pavimentazione da testare pari a 120x120cm che corrisponde ad un quadrato avente n°2 piastrelle/moduli per lato;
- Montante utilizzato: "Tubolare 20x2mm" caratterizzato da un'altezza pari a 40cm;
- Fissaggio degli elementi "PONTE" alla base dei montanti stessi alla soletta con tasselli idonei;
- Elementi orizzontali di collegamento: "Traverse alte" fissate ciascuna su due montanti con schema statico delle stesse schematizzabile come trave semplicemente appoggiata;
- Piastrelle 60x60cm appoggiate alla struttura di sostegno ciascuna posta in corrispondenza di un singolo modulo;
- Carico concentrato applicato al singolo modulo/piastrella: 400kg

2. Normative di riferimento

Norme di riferimento:

- norme tecniche per le costruzioni (NTC2018) del 17 gennaio 2018;
- UNI EN 12825:2003 del 01/05/2013 – normativa di riferimento per pavimenti sopraelevati;
- Eurocodice EC8.

3. Descrizione e modalità di certificazione

La modellazione sarà sviluppata con software certificato con regolare licenza d'uso Midas Gen 2021 commercializzata da Harpaceas di Milano con regolare licenza SW61068 a nome di Ing. Angelo Maurizio Novara; tale programma sviluppa un modello ad elementi finiti ai sensi delle Norme Tecniche sulle costruzioni e degli Eurocodici.

I risultati ottenuti dalla modellazione saranno poi confrontati con quelli ottenuti dalle prove svolte in data 27/10/2021 presso il laboratorio di prove sismiche Eucentre con sede in Via Ferrata,1 - Pavia.

Allo scopo di massimizzare le sollecitazioni si prevede di effettuare una modellazione di un prototipo di 2x2 quadrotti di dimensioni standard 60x60 cm quindi con 9 supporti, vincolati a terra tramite gli elementi "Ponte" e considerando accelerazioni differenti classificate secondo le quattro zone sismiche italiane.

Zona 1: $0,25 \cdot g < PGA < 0,35 \cdot g$

Zona 2: $0,15 \cdot g < PGA < 0,25 \cdot g$

Zona 3: $0,05 \cdot g < PGA < 0,15 \cdot g$

Zona 4: $PGA < 0,05 \cdot g$

Dovendo utilizzare i modi propri della pavimentazione non influenzati dai modi propri dell'edificio e dal piano di collocazione, si definiscono i parametri sismici indipendentemente dalle condizioni al contorno (categoria del sottosuolo, amplificazione topografica, amplificazione stratigrafica, ...); con tale ipotesi si massimizzano i valori di A_g/g indipendentemente dalle condizioni al contorno.

Si utilizza inoltre un Soil Factor (S) avente valore pari all'unità, pertanto l'accelerazione sismica rimane costante nei primi due rami della curva.

Inoltre tutti gli elementi in acciaio precedentemente descritti presentano un comportamento non dissipativo.

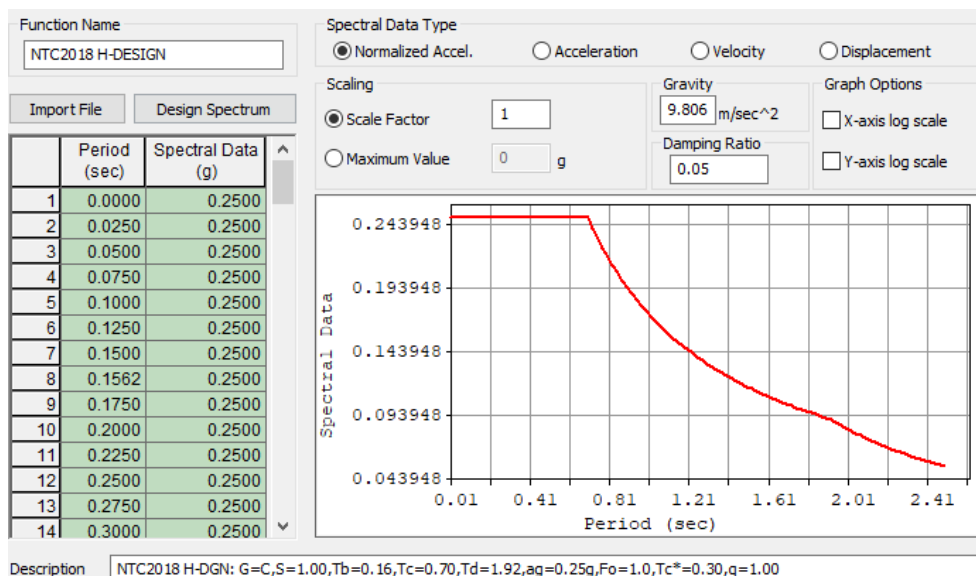


Figura 6: Spettro sismico utilizzato

La struttura in acciaio viene modellata considerando i tubolari verticali incastrati alla base tramite sistema "PONTE", le traverse sono semplicemente appoggiate sulla sommità dei montanti.

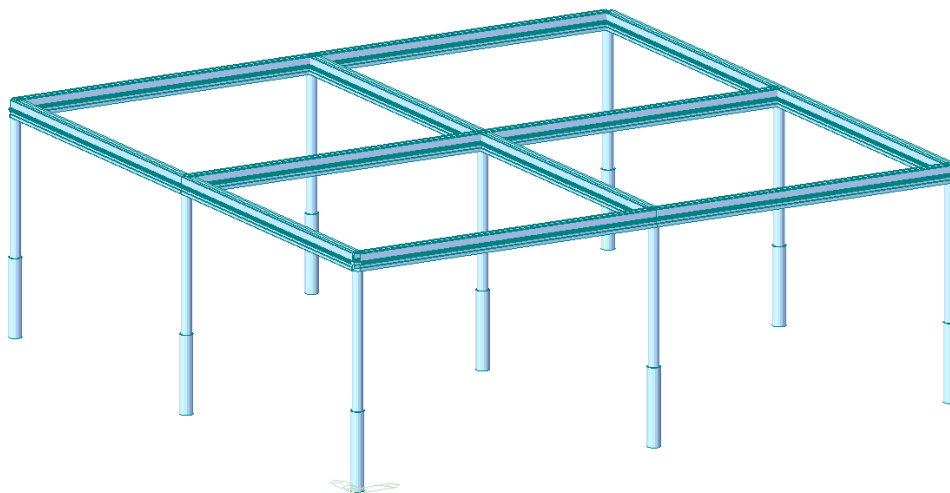


Figura 7: Modello Solido- Struttura di sostegno

I carichi considerati in fase di analisi vengono definiti a partire dalla normativa vigente dei pavimenti sopraelevati; nel caso specifico sono stati definiti carichi concentrati con valori pari a 600 kg applicati al centro del singolo pannello.

Il carico sopracitato in fase di analisi è stato applicato in modo uniforme sull'intera superficie, pertanto i carichi superficiali applicati presentano i seguenti valori:

- Carico concentrato da 400 kg applicato come carico uniforme pari a 1112 kg/m².

$$Q = \frac{400 \text{ kg}}{A} = \frac{400 \text{ kg}}{(0,6 \text{ m})^2} = 1112 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

4. Relazione dei materiali

4.1. Profili in acciaio

I profili sono in acciaio S235.

Si riportano di seguito le proprietà meccaniche principali:

$$\begin{aligned} E &= \text{modulo elastico} = 210000 \text{ MPa} \\ \nu &= \text{poisson ratio} = 0,3 \\ f_{yk} &= \text{tensione di snervamento} = 235 \text{ MPa} \\ \gamma_s &= \text{peso specifico} = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

5. Modellazione con Midas Gen

Di seguito si riportano le assunzioni, i risultati di calcolo e le verifiche degli elementi considerati.
Si fa notare che le colonne, gli elementi "Ponte" ed i traversi vengono verificati in automatico dal codice di calcolo e/o manualmente in accordo con le NTC2018 ed Eurocodici.

5.1. Combinazioni di carico

Facendo riferimento alla normativa vigente per i pavimenti sopraelevati ed alle NTC 2108 si definiscono le seguenti combinazioni di carico:

DESIGN TYPE : Steel Design

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	sLCB1	Strength/Stress	Add	Gk1(1.350) +	Gk2(1.350) +	Qk(4.000)
2	sLCB2	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ex(1.000) +	Gk2(1.000) + Ey(0.300)	Qk(0.300)
3	sLCB3	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ex(1.000) +	Gk2(1.000) + Ey(-0.300)	Qk(0.300)
4	sLCB4	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ey(1.000) +	Gk2(1.000) + Ex(0.300)	Qk(0.300)
5	sLCB5	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ey(1.000) +	Gk2(1.000) + Ex(-0.300)	Qk(0.300)
6	sLCB6	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ex(-1.000) +	Gk2(1.000) + Ey(-0.300)	Qk(0.300)
7	sLCB7	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ex(-1.000) +	Gk2(1.000) + Ey(0.300)	Qk(0.300)
8	sLCB8	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ey(-1.000) +	Gk2(1.000) + Ex(-0.300)	Qk(0.300)
9	sLCB9	Strength/Stress	Add	Gk1(1.000) + + Ey(-1.000) +	Gk2(1.000) + Ex(0.300)	Qk(0.300)

10	sLCB10	Serviceability	Add			
		Gk1(1.000) +		Gk2(1.000) +		Qk(1.000)

11	sLCB11	Serviceability	Add			
		Gk1(1.000) +		Gk2(1.000) +		Qk(0.500)

12	sLCB12	Serviceability	Add			
		Gk1(1.000) +		Gk2(1.000) +		Qk(0.300)

13	Env Serv	Serviceability	Envelope			
		sLCB10(1.000) +		sLCB11(1.000) +		sLCB12(1.000)

14	Env Strengt	Strength/Stress	Envelope			
		sLCB1(1.000) +		sLCB2(1.000) +		sLCB3(1.000)
	+	sLCB4(1.000) +		sLCB5(1.000) +		sLCB6(1.000)
	+	sLCB7(1.000) +		sLCB8(1.000) +		sLCB9(1.000)

5.2. Risultati numerici

5.2.1. Sollecitazioni colonne

Si riportano di seguito il momento, il taglio sollecitante e l'azione assiale delle colonne.

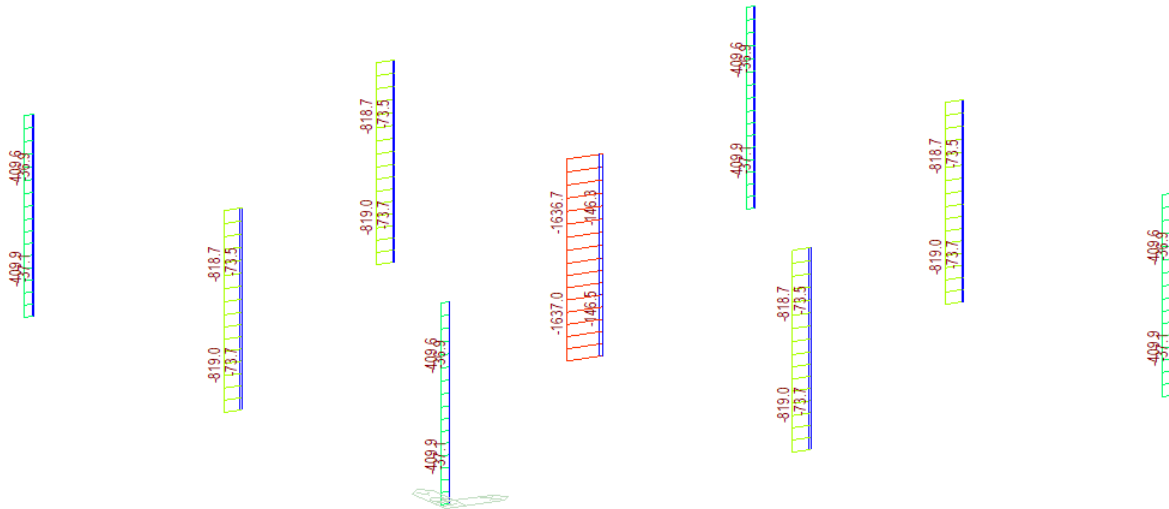


Figura 8: Inviluppo azione assiale [kg]

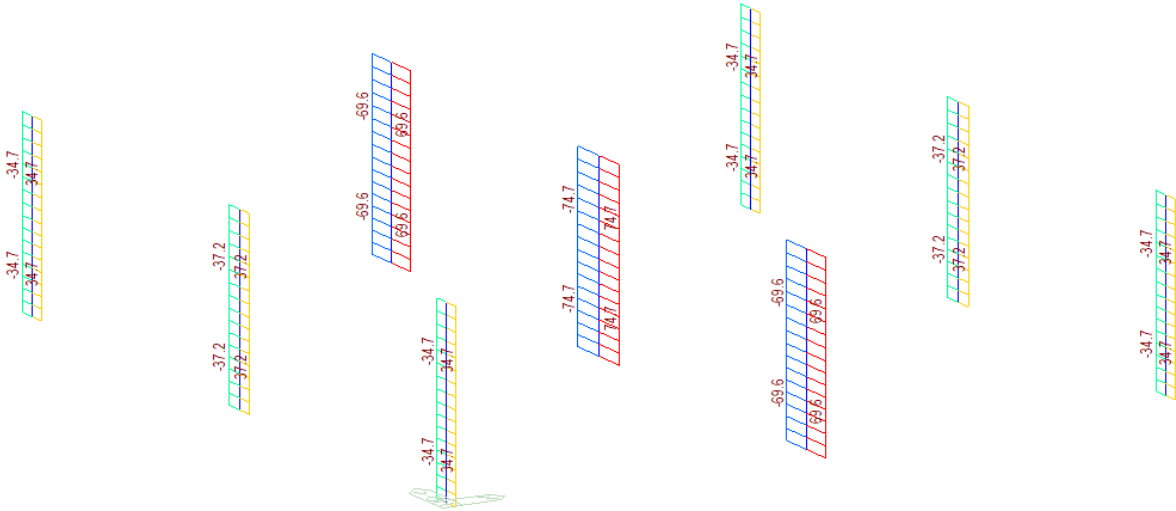


Figura 9: Involuppo taglio sollecitante dir. Y [kg]

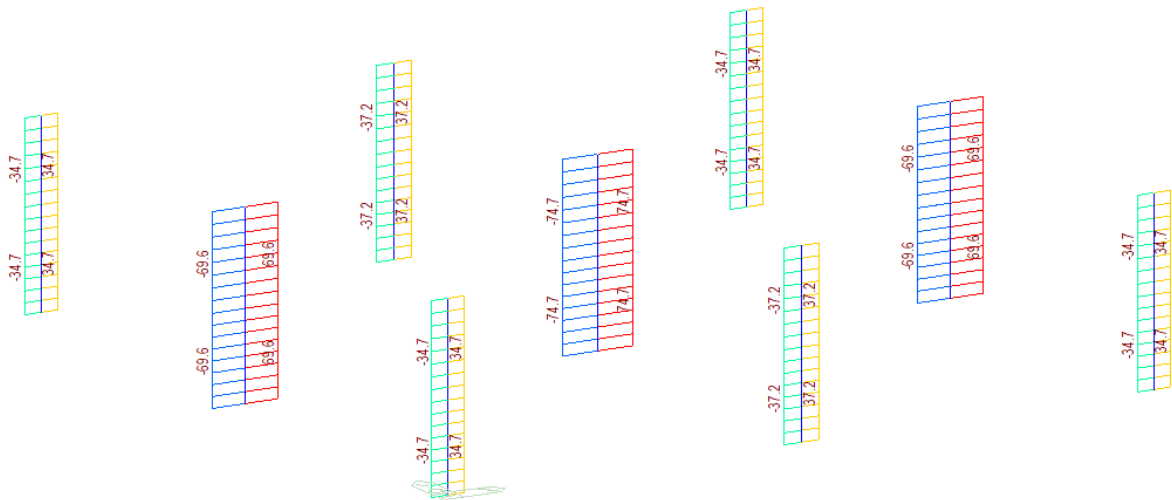


Figura 10: Involuppo taglio sollecitante dir. X [kg]

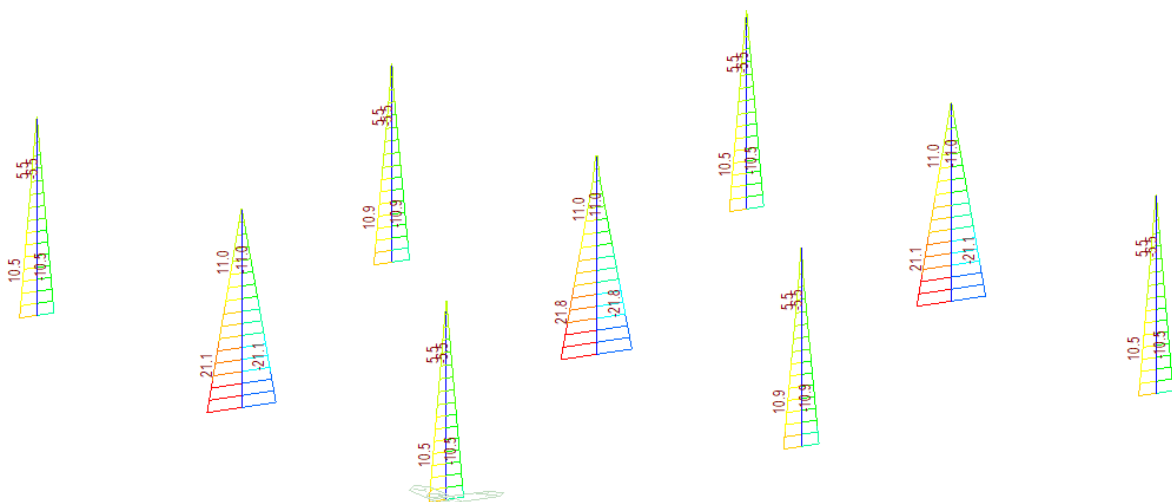


Figura 11: Involuppo momento sollecitante My [kg*m]

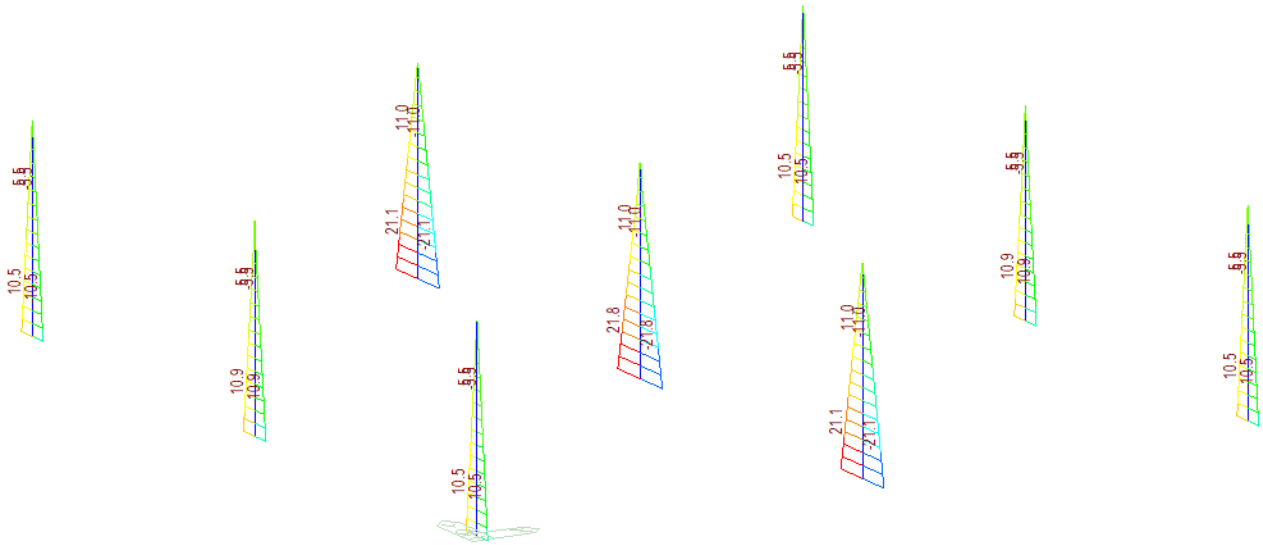


Figura 12: Involuppo momento sollecitante M_x [kg*m]

5.2.2. Sollecitazioni trasversi

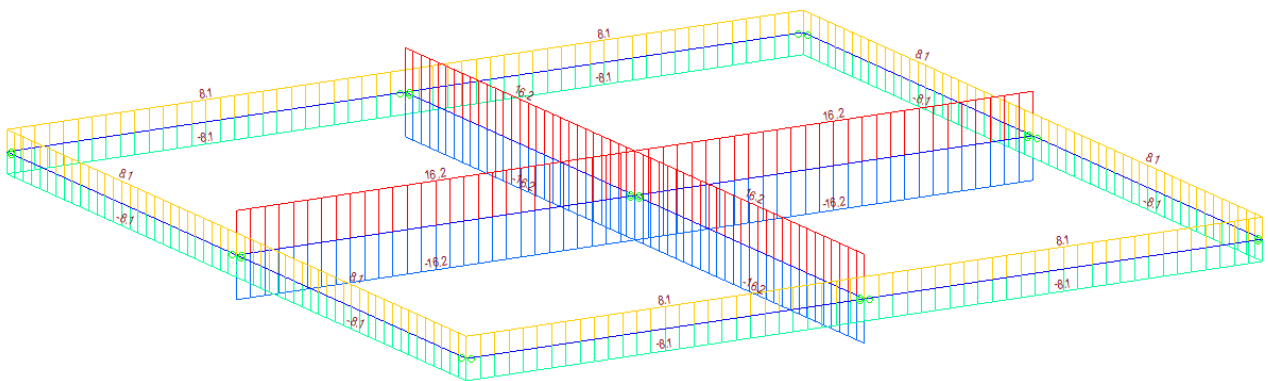


Figura 13: Involuppo azione assiale [kg]

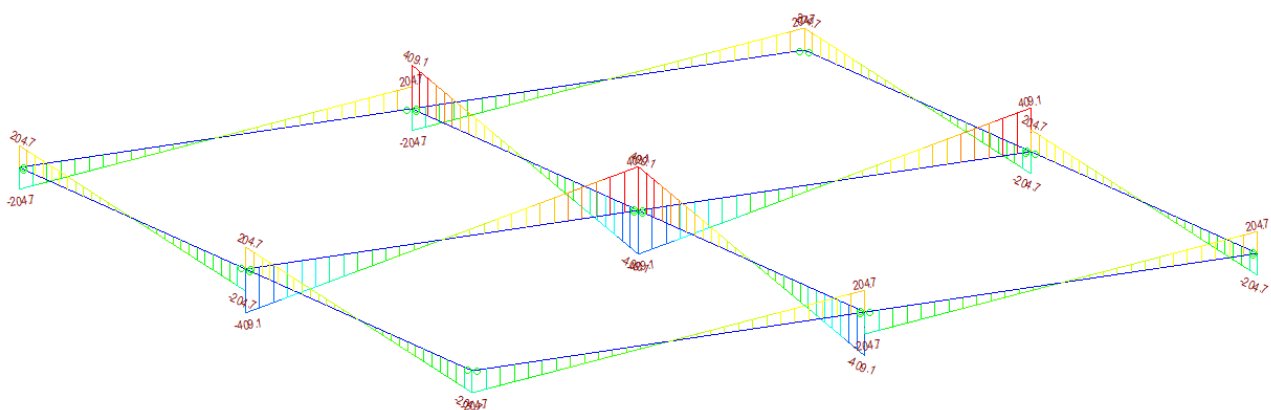


Figura 14: Involuppo taglio sollecitante [kg]

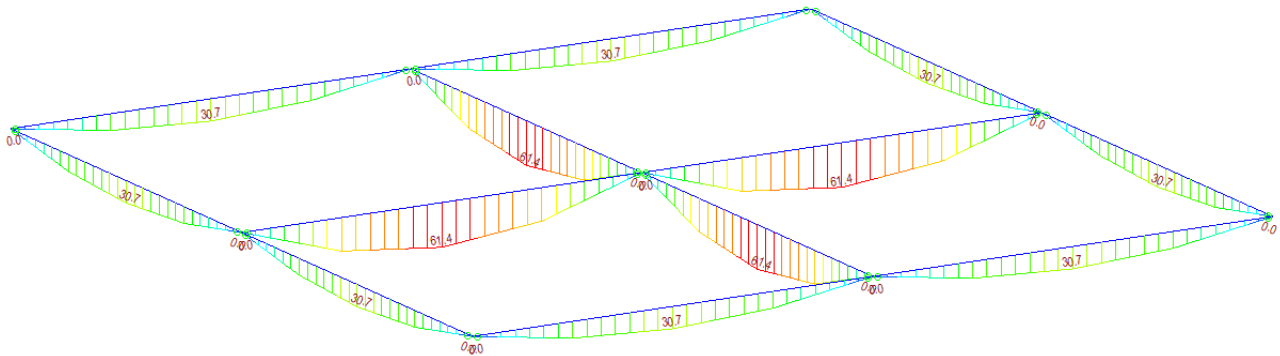


Figura 15: Involuppo momento sollecitante [kg*m]

5.2.3. Deformate

Si riportano di seguito alcune deformate della struttura portate per il pavimento sopraelevato.

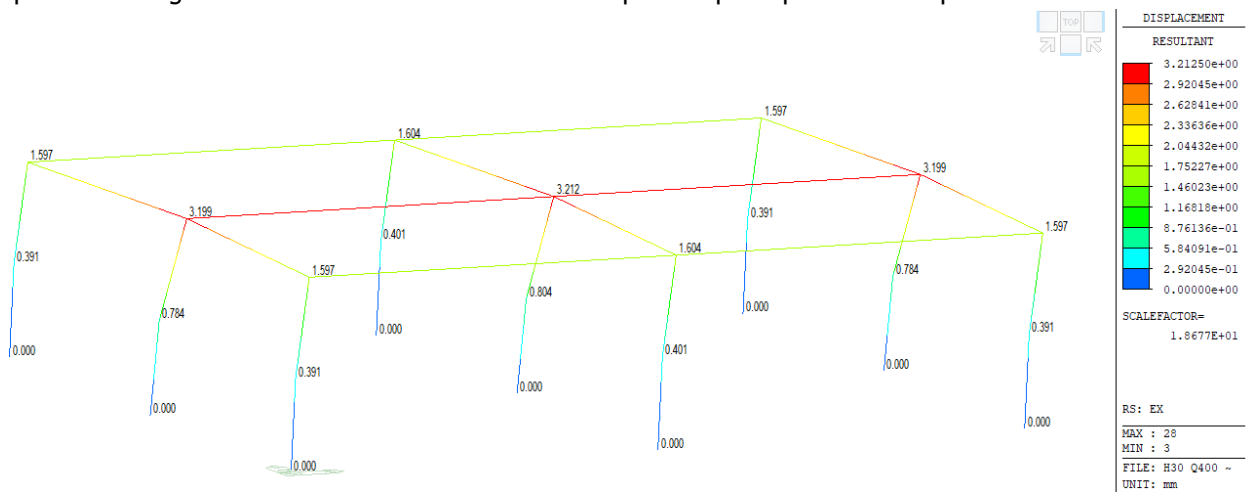


Figura 16: Deformata carico sisma Ex [valori in mm]

$$f_x = 3,21 \text{ mm}$$

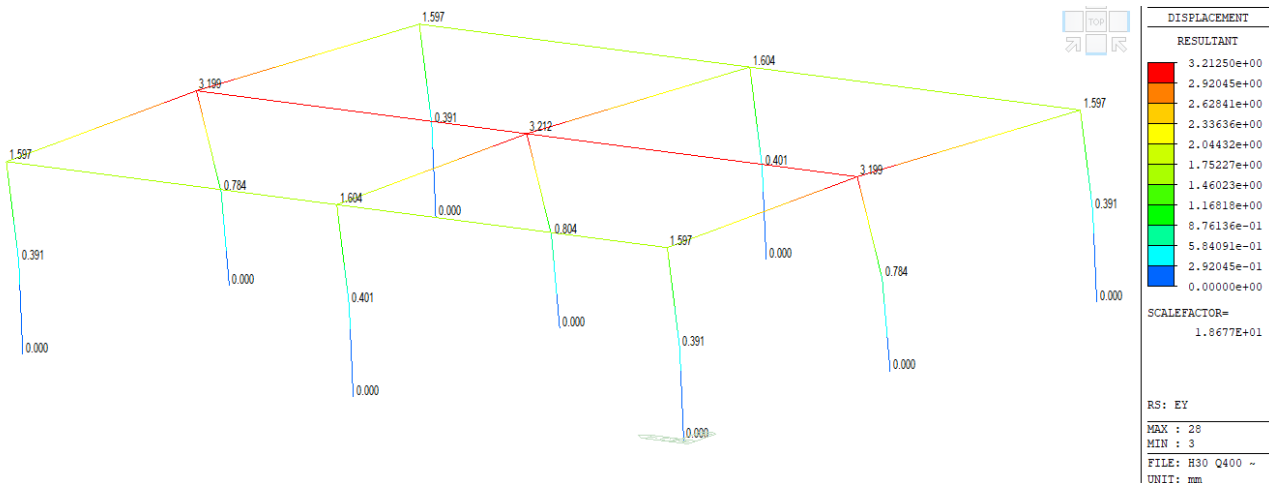


Figura 17: Deformata carico sisma Ey [valori in mm]

$$f_y = 3,21 \text{ mm}$$

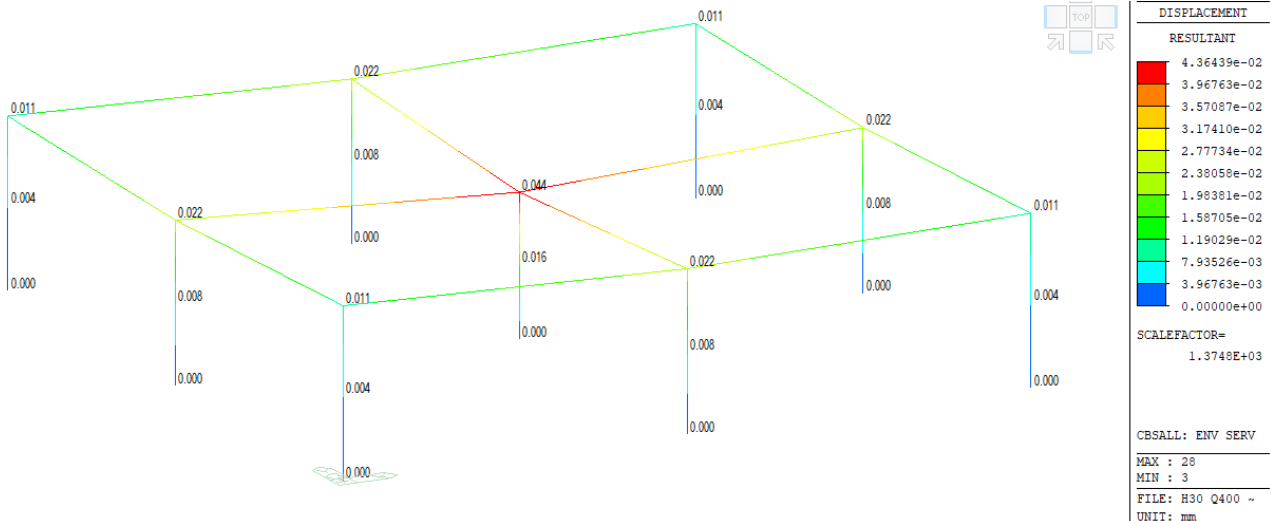


Figura 18: Inviluppo deformato allo SLE [valori in mm]

$$f_{max} = 0,044 \text{ mm}$$

5.3. Verifiche

Si mostrano le verifiche degli elementi strutturali considerando l'accelerazione sisma massima che il pavimento è in grado di sopportare allo stato limite ultimo pari a 0,25 Ag/g.

5.3.1. Verifica colonne

Le colonne presentano altezza pari a 30cm e sezioni aventi profili del tipo tubi tondi 20x2mm.

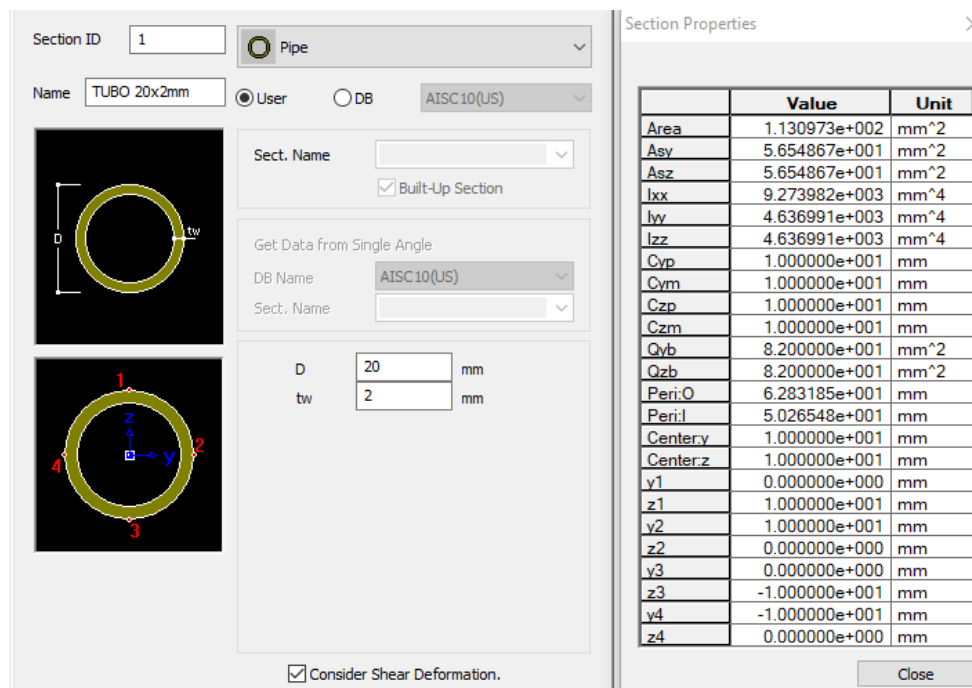


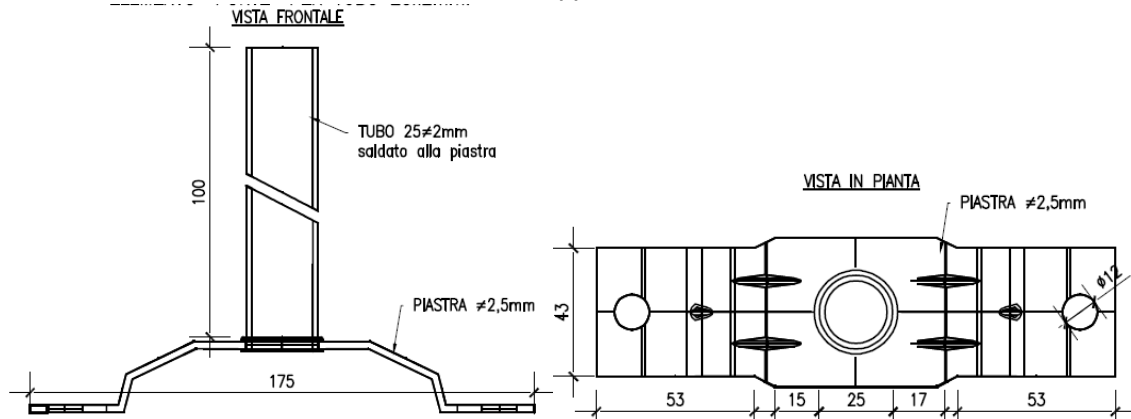
Figura 19: Sezione tubo tondo 20x2mm

Si è massimizzata l'accelerazione massima al fine di ottenere un livello di sfruttamento delle colonne prossime all'unità così da ottimizzarne l'utilizzo degli stessi.

I risultati di calcolo sono riportati nell'allegato alla relazione.

5.3.2. Verifica profili ponte

Gli elementi di fissaggio a terra sono caratterizzati da un tubo tondo 25x2mm con piastra sagomata collegata al tubo fissato a sua volta alla soletta tramite tasselli apposti.



In fase di calcolo si considera un incremento dello spessore del tubo pari a 0,5mm visto che risulta direttamente a contatto con la colonna descritta in precedenza. Tale ipotesi deriva dal fatto che l'elemento ponte e la colonna collaborano tra loro e di conseguenza la sezione resistente effettiva risulta maggiore rispetto a quella del singolo elemento di ancoraggio alla soletta.

I risultati di calcolo sono riportati nell'allegato alla relazione.

5.3.3. Verifica traversi

I traversi presentano una sezione non verificabile dal programma stesso in quanto inserita come "Build-up Section". Pertanto si recuperano dal programma le proprietà sezionali e sollecitazioni stesse così da effettuare le verifiche tramite tabella excel facendo riferimento agli eurocodici.

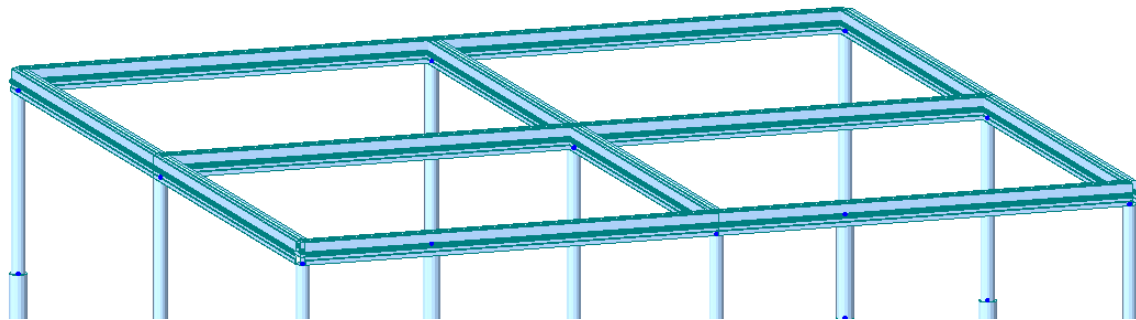


Figura 20: Vista assometrica parte sommitale struttura di sostegno

Le sollecitazioni considerate sono dedotte dal carico massimo applicabile alla singola piastrella pari a 600 kg, maggiore a quello considerato per effettuare la prova sismica.

Tuttavia si riporta tale situazione visto che risulta quella più gravosa per i traversi stessi.

Si è considerato uno schema statico modellabile come trave in semplice appoggio.

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime applicate ai traversi.

$$N_{Ed} = \begin{cases} -4,8 \text{ kg} = -0,048 \text{ kN} & \text{minimo} \\ 4,8 \text{ kg} = 0,048 \text{ kN} & \text{massimo} \end{cases}$$

$$V_{Ed} = \begin{cases} -597 \text{ kg} = -5,97 \text{ kN} & \text{minimo} \\ 597 \text{ kg} = 5,97 \text{ kN} & \text{massimo} \end{cases}$$

$$M_{Ed} = 90 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0,90 \text{ kN}$$

Classificazione della sezione

Al fine di classificare la sezione si valuta il rapporto tra la lunghezza di libera inflessione e lo spessore è maggiore al valore limite.

$$\frac{c}{t} = \frac{H - r - t}{t} = 35,11 > 14 \quad \text{classe 4}$$

Verifiche allo Stato limite ultimo

$$N_{Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} \quad \text{trazione}$$

$$M_{Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} \quad \text{momento resistente}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad \text{taglio resistente}$$

$$M_{Rd} = \begin{cases} \frac{W_{el} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} & \text{se } V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{Rd} \\ \frac{W_{el} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} & \text{se } V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{Rd} \end{cases}$$

Con

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$$

Geometria e materiale sezione			Proprietà geometriche sezione			Sollecitazioni			
altezza [H]	33	mm	A	95,68	mm ²	area		min	max
base [B]	21	mm	Asy	31,00	mm ²	area a taglio dir y	N [kN]	-0,05	0,05
spessore [t]	0,9	mm	Asz	62,27	mm ²	area a taglio dir z	Vy [kN]	0,00	0,00
raggio [r]	0,5	mm	Ixx	48,26	mm ⁴	inerzia	Vz [kN]	-5,97	5,97
			Iyy	11.759,80	mm ⁴		My [kNm]	0,00	0,90
S235	235	MPa	Izz	9.277,81	mm ⁴				
gamma M0	1,05		Weff_min_Y	443,58	mm ³				
gamma M1	1,05		Weff_min_Z	589,99	mm ³				
gamma M2	1,25								
Classificazione sezione									
ε	1								
limite classe 1	9								
limite classe 2	10								
limite classe 3	14								
c/t	35,11	classe 4	anima						
	20,22	classe 4	piattabanda						
Elemento	h montante	carico							
Traverso	400 mm	600 kg							
Trazione			Compressione						
NEd	0,05	kN	NEd	0,05	kN				
NRd	21,41	kN	NRd	21,41	kN				
verifica	0,00		verifica	0,00					
Flessione monoassiale (asse Y)			Flessione monoassiale (asse Z)						
MEd	0,90	kNm	MEd	0,00	kNm				

Mc,Rd	99,28	kNm	Mc,Rd	132,05	kNm				
verifica	0,01		verifica	0,00					
<u>Taglio</u>			<u>Flessione+Taglio</u>						
VEd_y	0,00	kN	p_y	1,00					
VRd_y	4,01	kN	MEd_y	0,90	kNm				
verifica	0,00		Mc,Rd_y	99,28	kNm				
			verifica	0,01					
VEd_z	5,97	kN							
VRd_z	8,05	kN							
verifica	0,74								

I traversi presentano un coefficiente di sicurezza massimo pari a $0,74 < 1$ pertanto risulta VERIFICATO.

5.4. Risultati di sintesi

Con riferimento alle norme tecniche vigenti si riportano le accelerazioni differenziate per le quattro zone sismiche nelle quali è suddiviso il territorio italiano.

Zona 1: $0,25 \cdot g < PGA < 0,35 \cdot g$

Zona 2: $0,15 \cdot g < PGA < 0,25 \cdot g$

Zona 3: $0,05 \cdot g < PGA < 0,15 \cdot g$

Zona 4: $PGA < 0,05 \cdot g$

In base alle assunzioni e le evidenze riportate nei capitoli precedenti si è ottenuta la seguente accelerazione massima ammissibile:

$$\frac{A_g}{g} = 0,25$$

5.5. Validazione del modello

5.5.1. Equilibrio verticale delle forze

Si confronta le reazioni vincolari considerando solo il carico variabile ottenute dal modello e dal calcolo manuale.

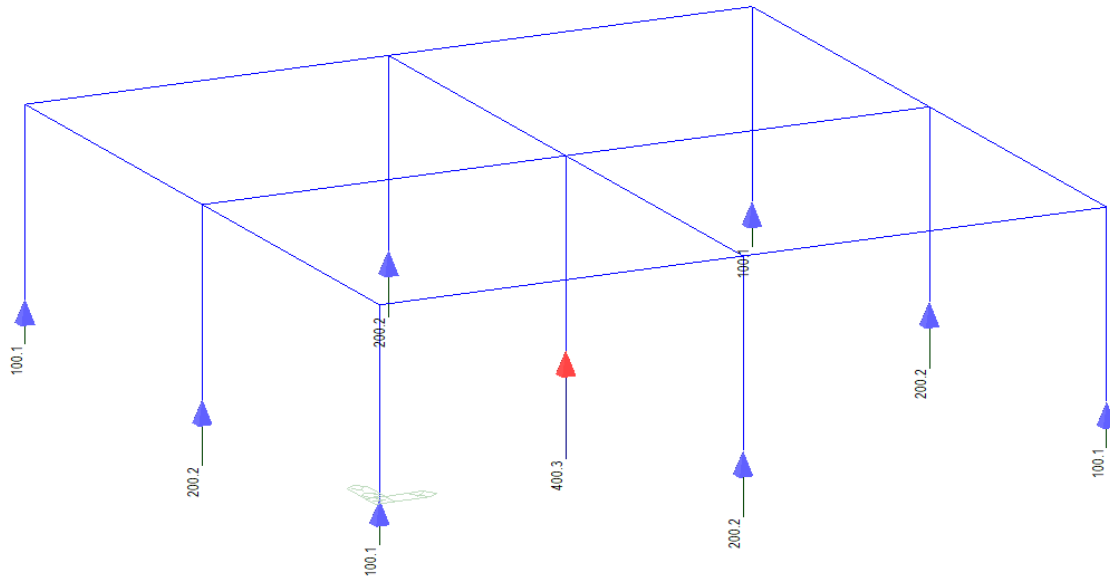


Figura 21: Reazioni alla base sotto carico variabile [valori in kg]

Reaction(Global)

	Node	Load	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)	MX (kgf*mm)	MY (kgf*mm)	MZ (kgf*mm)	Mb (kgf*mm2)
	3	Qk	0	0	100,08	0	0	0	0
	7	Qk	0	0	100,08	0	0	0	0
	9	Qk	0	0	200,16	0	0	0	0
	11	Qk	0	0	100,08	0	0	0	0
	25	Qk	0	0	200,16	0	0	0	0
	29	Qk	0	0	200,16	0	0	0	0
	31	Qk	0	0	100,08	0	0	0	0
	33	Qk	0	0	400,32	0	0	0	0
	34	Qk	0	0	200,16	0	0	0	0
SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT									
		Load	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)				
		Qk	0	0	1601,28				

Il carico applicato è pari a 400 kg/pannello.

$$Q_k = 4 \cdot 400 \frac{kg}{pannello} = 1600 kg \cong 1601,28 kg = Q_{k,modello}$$

5.5.2. Sollecitazioni trasversi

Calcolo manuale

Si considera unicamente il contributo del carico variabile.

Il traverso è in semplice appoggio ed ha una luce di calcolo pari a 60cm.

Il carico variabile applicato su ciascun modulo è pari a 400 kg.

$$q_{lin} = 2 \cdot \frac{Q}{4 \cdot L} = 2 \cdot \frac{400 kg}{4 \cdot 0,6m} = 333,3 kg/m$$

Sollecitazioni

$$M_{Ed,manuale} = \frac{q_{lin} \cdot L^2}{8} = \frac{1}{8} \cdot \left[333,3 \frac{kg}{m} \cdot (0,6m)^2 \right] = 15 kg \cdot m$$

$$V_{Ed,manuale} = \frac{q_{lin} \cdot L}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left[333,3 \frac{kg}{m} \cdot 0,6 m \right] = 100 kg$$

Risultati "Midas Gen 2021"

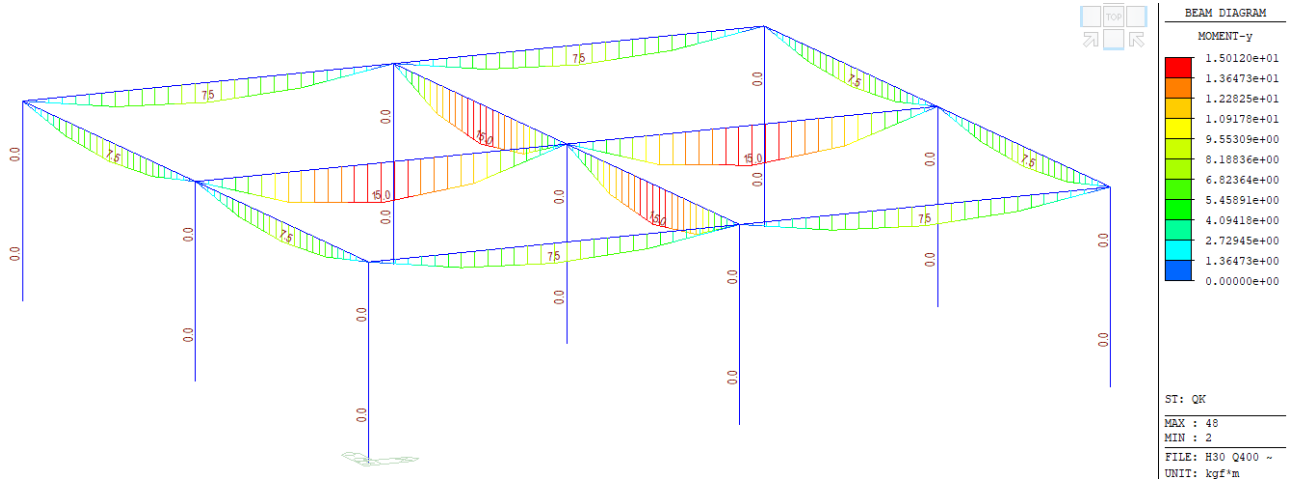


Figura 22: Momento sollecitante trasversi [kgm]

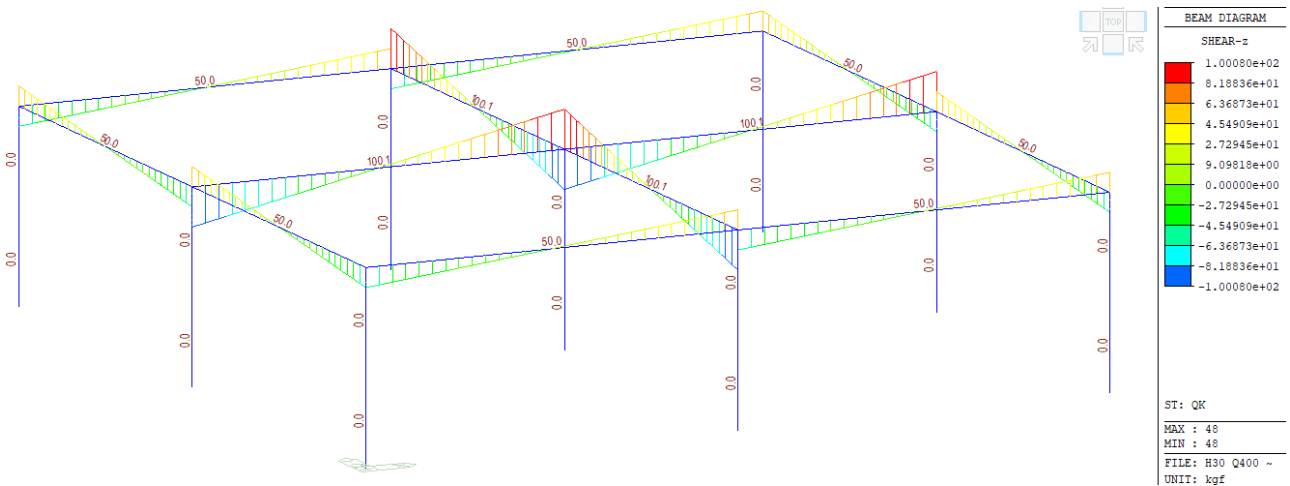


Figura 23: Taglio sollecitante trasversi [kg]

Sollecitazioni

$$M_{Ed, midas} = 15 \text{ kg} \cdot \text{m} = M_{Ed, manuale}$$

$$V_{Ed, midas} = 100 \text{ kg} = V_{Ed, manuale}$$

I risultati ottenuti tramite calcolo manuale e "Midas Gen" sono quasi identici e di conseguenza il modello risulta VALIDATO.

6. Confronto con prova Eucentre

In questo paragrafo si confrontano i risultati ottenuti dalla modellazione precedentemente mostrata con quelli delle prove effettuate in data 27/10/2021.

Il documento di riferimento delle prove "GSA103E21_Tec-Report_EUC103-2021E_ITA" è stato redatto il 22/11/2021; il supervisore tecnico della prova è stato l'Ing. Simone Peloso Ph.d.

Il test è stato effettuato svolgendo differenti prove classificate come segue:

- Identificazione del provino a basse frequenze random;
- Prova Livello 1 ISO+EC8 Low ($A_g/g=0,05$);
- Prova Livello 2 ISO+EC8 Medium ($A_g/g=0,14$)
- Identificazione del provino a basse frequenze random;
- Prova Livello 3 ISO+EC8 Medium-High ($A_g/g=0,21$);
- Identificazione del provino a basse frequenze random;
- Prova Livello 4 ISO+EC8 High ($A_g/g=0,27$ $k_s=1$);
- Identificazione del provino a basse frequenze random;
- Prova Livello 5 ISO+EC8 High ($A_g/g=0,27$ $k_s=1.4$);
- Identificazione del provino a basse frequenze random.

Di seguito si riportano le tabelle riportante le specifiche, la numerazione e la denominazione delle prove.

Tabella 5 Accelerazioni spettrali per le prove sismiche

Livello	Riferimento	z/H	$k_{E,0}$ [g] (ISO+EC8)	$k_z(S)$ (ISO+EC8)	Orizzontale		Verticale	
					AFLX [g]	ARIG [g]	AFLX [g]	ARIG [g]
1	ISO+EC8 Low	1	0.05	1	0.275	0.125	0.083	0.033
2	ISO+EC8 Medium	1	0.14	1	0.754	0.343	0.228	0.091
3	ISO+EC8 Medium-High	1	0.21	1	1.166	0.530	0.353	0.141
4	ISO+EC8 High	1	0.27	1	1.485	0.675	0.450	0.180
5	ISO+EC8 Super High	1	0.27	1.4	2.079	0.945	0.630	0.252

Figura 24: Tabella relazione Eucentre pag. 35

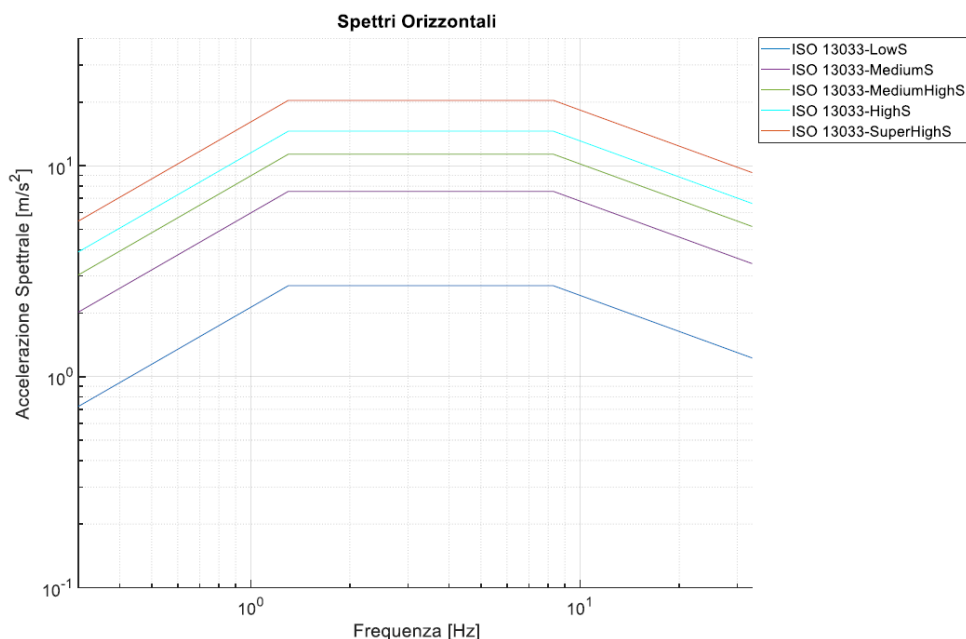


Figura 25: Spettri orizzontali relazione Eucentre pag. 36

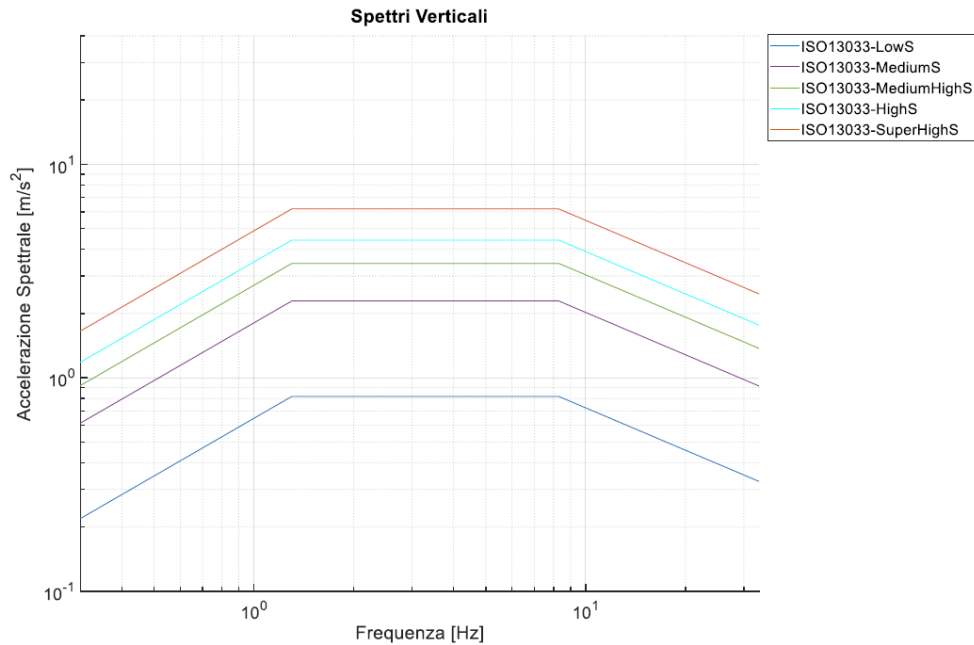


Figura 26: Spettri verticali relazione Eucentre pag. 36

Tabella 6 UUT-1 – Lista delle prove

N°	UUT-1	Descrizione	File	Data
1	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMX-1	27/10/2021
2	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMY-2	27/10/2021
3	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMZ-3	27/10/2021
4	1	Livello di prova 1	GSA103E21-LowS-4	27/10/2021
5	1	Livello di prova 2	GSA103E21-MediumS-5	27/10/2021
6	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMX-6	27/10/2021
7	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMY-7	27/10/2021
8	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMZ-8	27/10/2021
9	1	Livello di prova 3	GSA103E21-MediumHighS-9	27/10/2021
10	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMX-10	27/10/2021
11	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMY-11	27/10/2021
12	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMZ-12	27/10/2021
13	1	Livello di prova 4	GSA103E21-HighS-13	27/10/2021
14	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMX-14	27/10/2021
15	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMY-15	27/10/2021
16	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMZ-16	27/10/2021
17	1	Livello di prova 5	GSA103E21-SuperHighS-17	27/10/2021
18	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMX-18	27/10/2021
19	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMY-19	27/10/2021
20	1	Identificazione Dinamica con white noise	GSA103E21-RNDMZ-20	27/10/2021

Il provino è caratterizzato da 4 moduli di piastrelle; di conseguenza sono stati utilizzati n°9 colonne fissate alla piastra vibrante tramite altrettanti elementi "Ponte" con tasselli M10.

Il carico applicato per ciascuna piastrella è pari a 120 kg che corrisponde al 30% del carico complessivo di 400 kg; tale assunzione è dovuta al fatto che la massa sismica partecipante è circa il 30% del totale applicato.

Le prove hanno evidenziato un comportamento elastico della struttura fino al livello 4 dato che non sono state riscontrate deformazioni plastiche permanenti.

Invece la prova di livello 5 ha portato il provino a deformarsi plasticamente ma alla fine della prova stessa lo stesso non è collassato; in particolare le deformazioni plastiche riscontrate sono concentrate nel punto di contatto tra la piastra di fissaggio dell'elemento ponte e il tubo 25x2mm e si evidenzia anche uno svergolamento ed una deformazione delle piastre sopracitate.

Si evince dunque che il provino è in grado di resistere fino ad un'accelerazione massima pari a 0,27 Ag/g senza subire deformazioni plastiche e permanenti che redando inagibile la pavimentazione stessa.

Tale valore è prossimo a quello ottenuto dal modello descritto nel capitolo precedente che risultava pari a 0,25 Ag/g.

Si fa osservare che risultati ottenuti dal modello sono molto simili se non praticamente identici a quelli delle prove; pertanto **si certifica che il la modellazione approssima in modo quasi esatto il comportamento reale della pavimentazione.**

7. Allegati

È parte integrante della presente relazione il seguente documento:

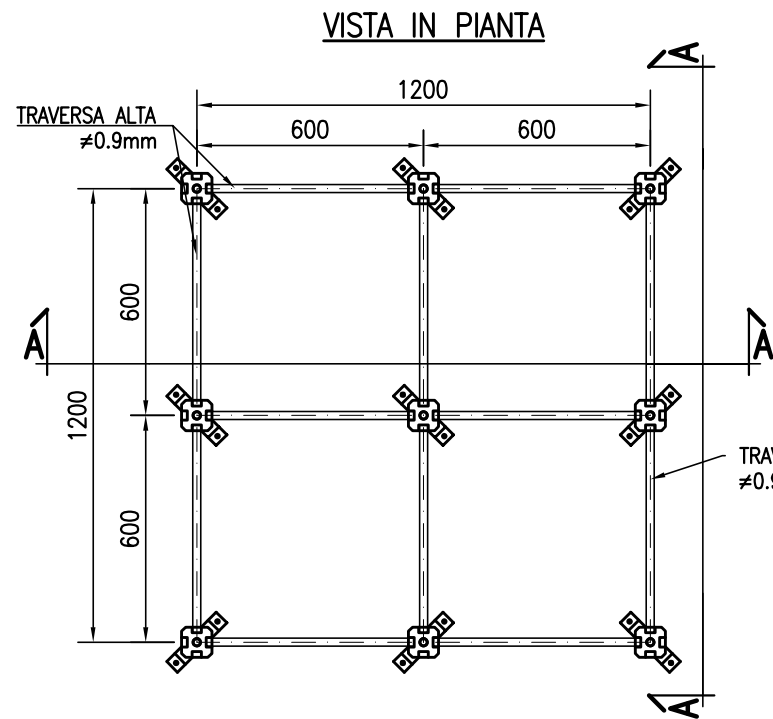
- Rapporto Tecnico Eucentre EUC103/2021E

Seregno, 21 settembre 2022

Dott. Ing. Angelo Novara

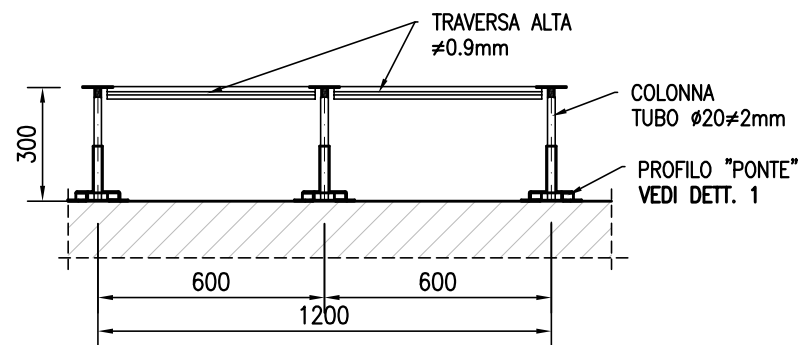


STRUTTURA DI SOSTEGNO PAVIMENTO SOPRAELEVATO: COLONNE H=300mm



COLONNE: TUBI $\varnothing 20 \neq 2\text{mm}$
 H=300mm
 NON PRESENTI DIAGONALI
 PRESENTI PROFILI "PONTE"

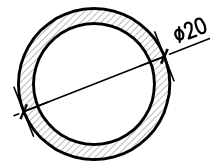
SEZ. A-A



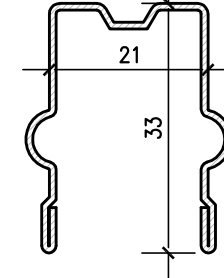
NOTE:
 TUTTE LE MISURE SONO ESPRESSE IN mm

PROFILI UTILIZZATI

COLONNA:
 TUBO $\varnothing 20 \neq 2\text{mm}$

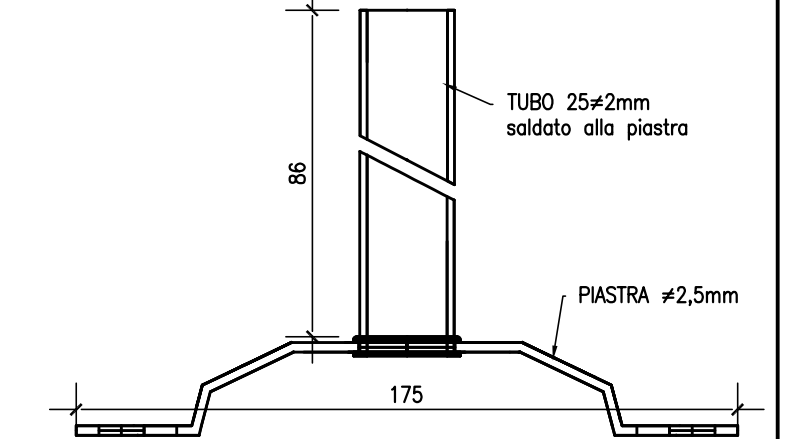


TRAVERSA ALTA
 $\neq 0.9\text{mm}$

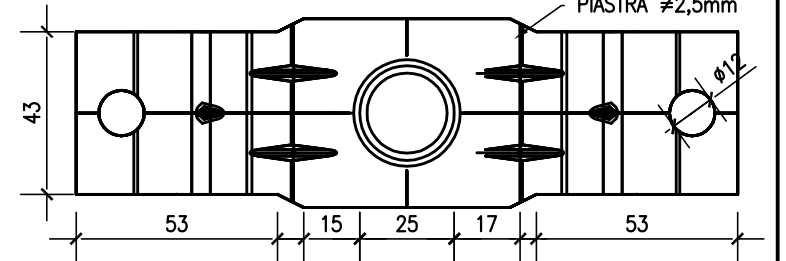


PROFILO "PONTE"
 PER TUBO 25x2mm:

VISTA FRONTALE

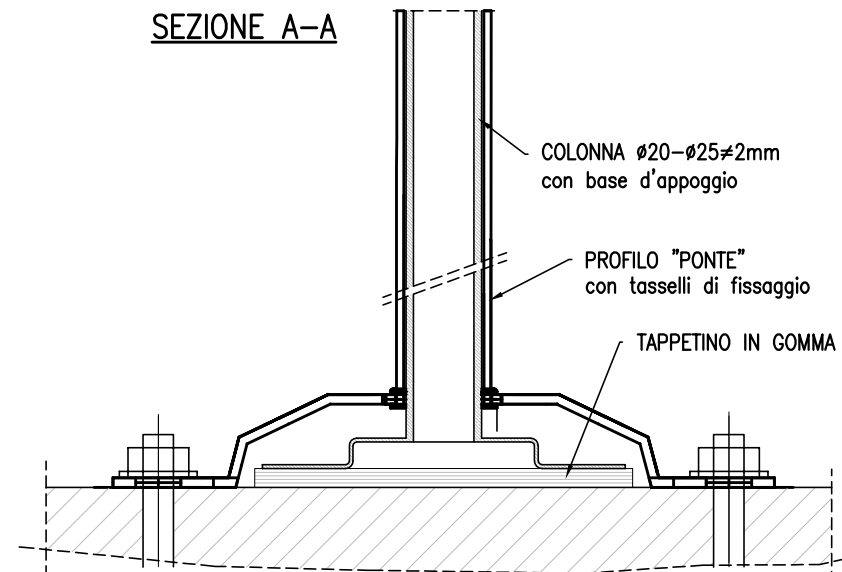


VISTA IN PIANTA

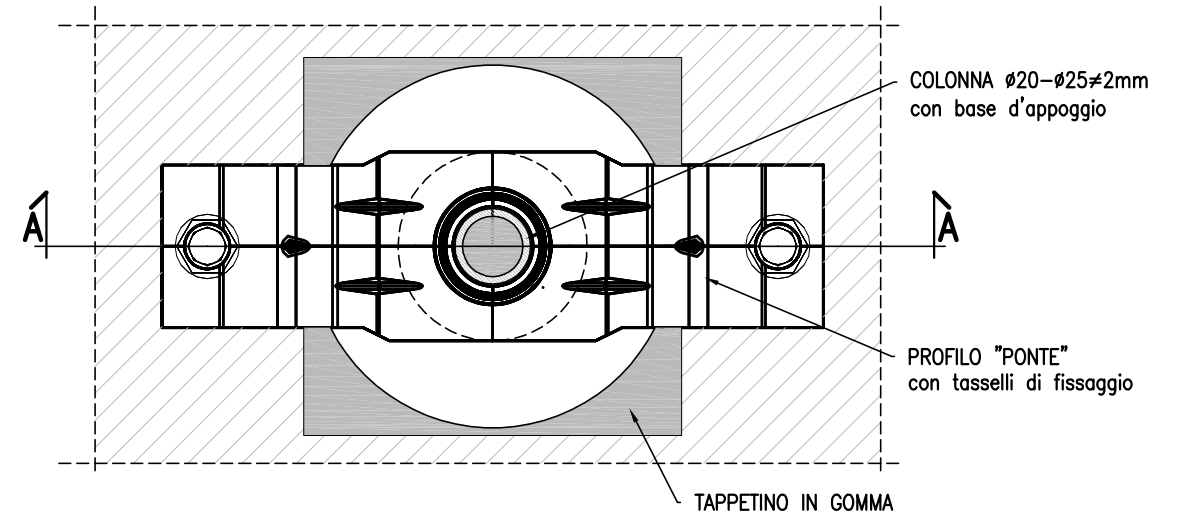


DETTAGLIO 1: FISSAGGIO DELLE COLONNE ALLA BASE CON PROFILO "PONTE"

SEZIONE A-A



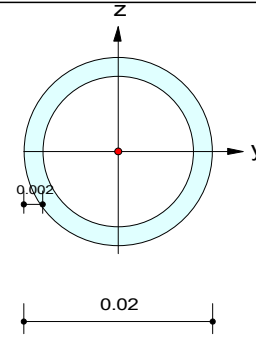
VISTA IN PIANTA



	Company		Project Title	032.20.Sostegno pavimenti sopraelev
	Author	AN Ingegneria	File Name	N:\...00 Rev1 Piastra vibrante.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kgf, m
 Member No 102
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 23963331, Es = 21414040473)
 Section Name TUBO 20x2mm (No:1)
 (Built-up Section).
 Member Length : 0.15500



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -146.33 (LCB: 3, POS:I)
 Bending Moments My = 10.9878, Mz = -3.2963
 End Moments Myi = 10.9878, Myj = 0.58806 (for Lb)
 Myi = 10.9878, Myj = 0.58806 (for Ly)
 Mzi = -3.2963, Mzj = -0.1764 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 74.6819 (LCB: 4, POS:1/2)
 Fzz = -74.682 (LCB: 6, POS:1/2)

Outer Dia.	0.02000	Wall Thick	0.00200
Area	0.00011	Asz	0.00006
Qyb	0.00008	Qzb	0.00008
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.01000	Zbar	0.01000
Wely	0.00000	Welz	0.00000
ry	0.00640	rz	0.00640

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 0.15500, Lz = 0.15500, Lb = 0.15500
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 24.2 < 200.0$ (Memb:102, LCB: 3)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[Nc_{Rd}, Nb_{Rd}] = 146.33/2710.19 = 0.054 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 10.9878/15.5921 = 0.705 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 3.2963/15.5921 = 0.211 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R.MNRd = MAX[M_{Edy}/Mny_{Rd}, M_{Edz}/Mnz_{Rd}]$

$R.BiM = (M_{Edy}/Mny_{Rd})^{Alpha} + (M_{Edz}/Mnz_{Rd})^{Beta}$

$R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}$

$Rc.LT1 = N_{Ed}/(Xiy*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT1 = (kyy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (kyz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rc.LT2 = N_{Ed}/(Xiz*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT2 = (Kzy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (Kzz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.970 < 1.000$.. O.K

Torsion Strength

$T_{Ed}/T_{Rd} = 0.0000/12.8308 = 0.000 < 1.000$ O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.075 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.075 < 1.000$ O.K

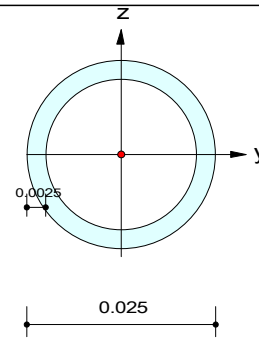
5. Deflection Checking Results

$L/300.0 = 0.0005 > 0.0000$ (Memb:102, LCB: 12, Dir-X)..... O.K

	Company		Project Title	032.20.Sostegno pavimenti sopraelev
	Author	AN Ingegneria	File Name	N:\...00 Rev1 Piastra vibrante.mgb

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kgf, m
 Member No 44
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 23963331, Es = 21414040473)
 Section Name Ponte (No:3)
 (Built-up Section).
 Member Length : 0.14500



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -146.54 (LCB: 3, POS:I)
 Bending Moments My = 21.8182, Mz = -6.5455
 End Moments Myi = 21.8182, Myj = 10.9878 (for Lb)
 Myi = 21.8182, Myj = 10.9878 (for Ly)
 Mzi = -6.5455, Mzj = -3.2963 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 74.6925 (LCB: 4, POS:1/2)
 Fzz = -74.693 (LCB: 6, POS:1/2)

Outer Dia.	0.02500	Wall Thick	0.00250
Area	0.00018	Asz	0.00009
Qyb	0.00013	Qzb	0.00013
Iyy	0.00000	Izz	0.00000
Ybar	0.01250	Zbar	0.01250
Wely	0.00000	Welz	0.00000
ry	0.00800	rz	0.00800

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 0.14500, Lz = 0.14500, Lb = 0.14500
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 0.85, Cmz = 0.85, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 18.1 < 200.0$ (Memb:44, LCB: 3)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[Nc_{Rd}, Nb_{Rd}] = 146.54/4234.67 = 0.035 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 21.8182/30.4534 = 0.716 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 6.5455/30.4534 = 0.215 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R.MNRd = MAX[M_{Edy}/Mny_{Rd}, M_{Edz}/Mnz_{Rd}]$

$R.BiM = (M_{Edy}/Mny_{Rd})^{Alpha} + (M_{Edz}/Mnz_{Rd})^{Beta}$

$R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}$

$Rc.LT1 = N_{Ed}/(Xiy*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT1 = (kyy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (kyz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rc.LT2 = N_{Ed}/(Xiz*A*fy/Gamma_{M1})$

$Rb.LT2 = (Kzy*M_{Edy})/(Xi_{LT}*Wply*fy/Gamma_{M1}) + (Kzz*M_{Edz})/(Wplz*fy/Gamma_{M1})$

$Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.966 < 1.000$.. O.K

Torsion Strength

$T_{Ed}/T_{Rd} = 0.0000/25.0601 = 0.000 < 1.000$ O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.048 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.048 < 1.000$ O.K

5. Deflection Checking Results

$L/300.0 = 0.0005 > 0.0000$ (Memb:44, LCB: 12, Dir-X)..... O.K