



PARMA

**COMPLESSO MUSEALE PALAZZO DELLA PILOTTA**  
NUOVO RISTORANTE

**C**

RELAZIONE TECNICA :  
strutture, impianto meccanico ed elettrico

*Canali associati s.r.l.*

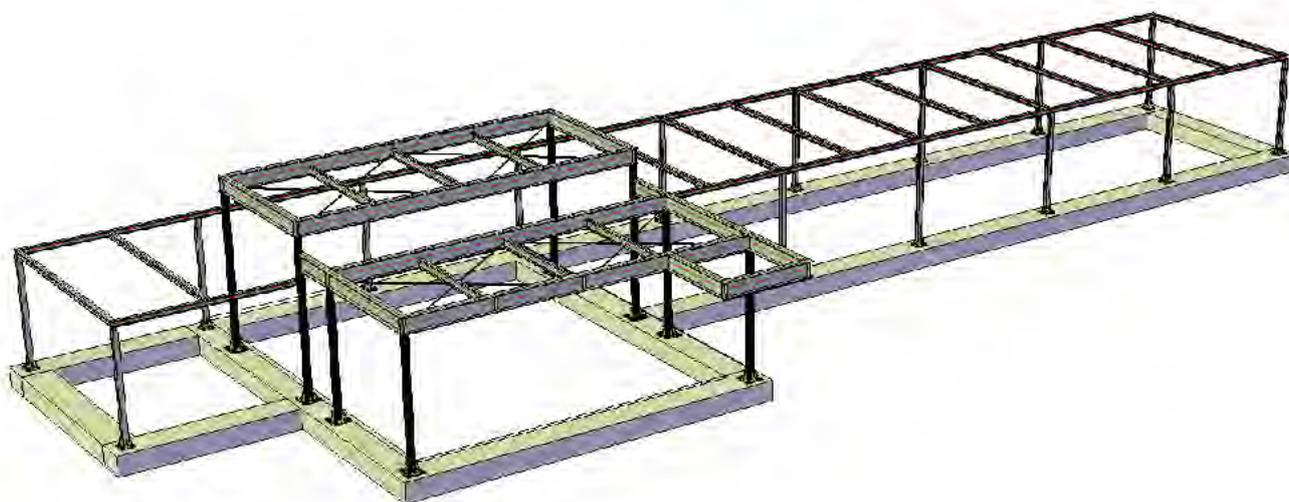
STRUTTURE

**RELAZIONE TECNICA**

Dott. Ing. Dimitrios Mutussis

## **RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE** (ELABORATO 2 ai sensi DGR ER 1373/2011)

Struttura metallica e sistema fondazionale  
Cucina e Pergolato Complesso Monumentale Pilotta



**Figura 1 – vista 3D complessiva struttura**

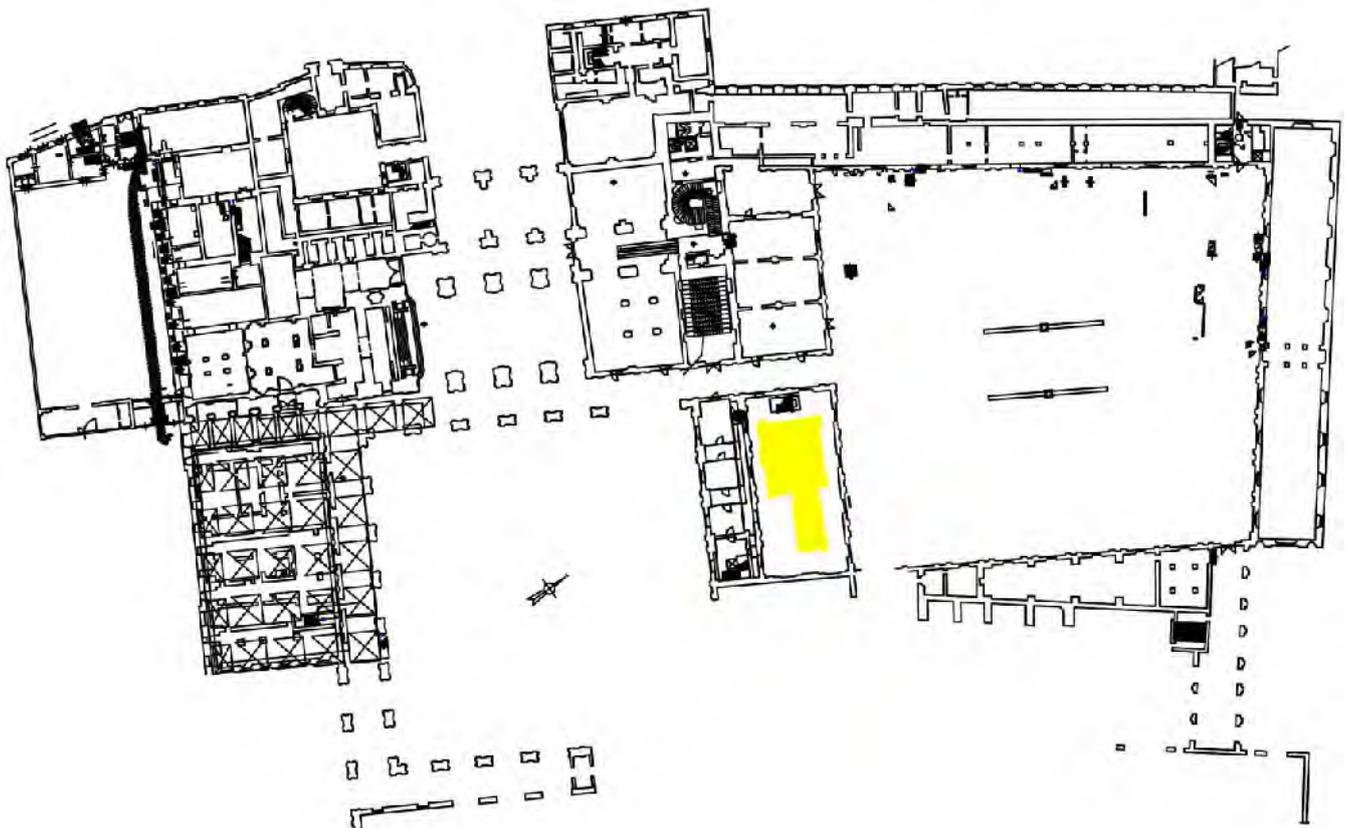
## Indice

<b>Cap.1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....</b>	<b>3</b>
a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche del sito oggetto di intervento .....	3
b) Descrizione generale della struttura .....	4
c) Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati .....	5
d) Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito, delle azioni considerate sulla costruzione e degli eventuali scenari di azioni eccezionali ..	5
e) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati .....	6
f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione: .....	7
g) indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione.....	8
h) indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: .....	9
i) criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica: .....	9
j) rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, così come emergenti dai risultati dell'analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati; .....	9
k) caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo; .....	9
<b>Cap.2 - ANALISI DEI CARICHI.....</b>	<b>10</b>
<b>Cap.3 - VERIFICHE PUNTO J) DGR ER 1373/2011.....</b>	<b>12</b>
Verifica di resistenza/instabilità PILASTRI TUBO Ø139,7x8mm S235JH .....	12
Spostamenti verticali e orizzontali.....	16
REAZIONI VINCOLARI .....	17
VERIFICA NODO PRINCIPALE .....	18

## **Cap.1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

### **A) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO**

La struttura in oggetto è localizzata all'interno di uno dei cortili del complesso monumentale Pilotta a Parma. Nella figura seguente è evidenziata la posizione sulla pianta complessiva del piano terra. Le caratteristiche morfologiche e geologiche sono meglio illustrate nella relazione geologica di riferimento studio elaborate nel mese di settembre 2017 in occasione dello studio della vulnerabilità sismica dell'adacente Teatro Farnese.



**Figura 2 – Posizione struttura**

## B) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

La costruzione in oggetto è costituita da due corpi strutturali particolari nel proseguo denominati “cucina” e “pergolato”.

La cucina che forma il corpo centrale a pianta pressocchè quadrata è costituita da due impalcati di copertura (IPE300) sfalsati di circa 60cm impostati su n° 4 pilastri circolari (Tubo  $\varnothing 139.7 \times 8$ ) incastrati alla base ad alla testa. L’ancoraggio al relativo sistema fondazionale è garantito da un gruppo di n°4 tirafondi in barre filetate M16x500 cl. 8.8 annegate nel getto in c.a. Il diaframma del piano di copertura è realizzato con tiranti in tondo  $\varnothing 20$  stabilizzati dai traversini in IPE160 che sorreggono i pannelli metallici coibentati sp.140mm. Completano il pacchetto di copertura uno strato stagnante in doppia guaina (poliurefine) ed il sistema a “tetto verde” tipo Daku (spessore circa 25cm).

I tamponamenti sono realizzati a secco con pannelli metallici coibentati sp.15cm per le parti opache e serramenti metallici per vetrate per le parti trasparenti.

Completano la struttura le lattonerie di finitura ed un lucernario di larghezza circa 1m.

Il pergolato è costituito da una serie di telai in HEB100 a passo 3500mm e campata circa 4.3m. I teali sono cuciti da due travi di bordo su cui è impostata un rompitratta in mezzeria. Sulle parti verticali potrà essere applicata una schermatura in lamelle tipo Talia. L’ancoraggio è realizzato analogalmente ai pilastri della cucina. La parte orizzontale del pergolato può accogliere una rete a sostegno di piante ombreggianti. Il sistema fondale è relaizzato con travi rovesce in c.a. con sezione tipo 60x40cm.

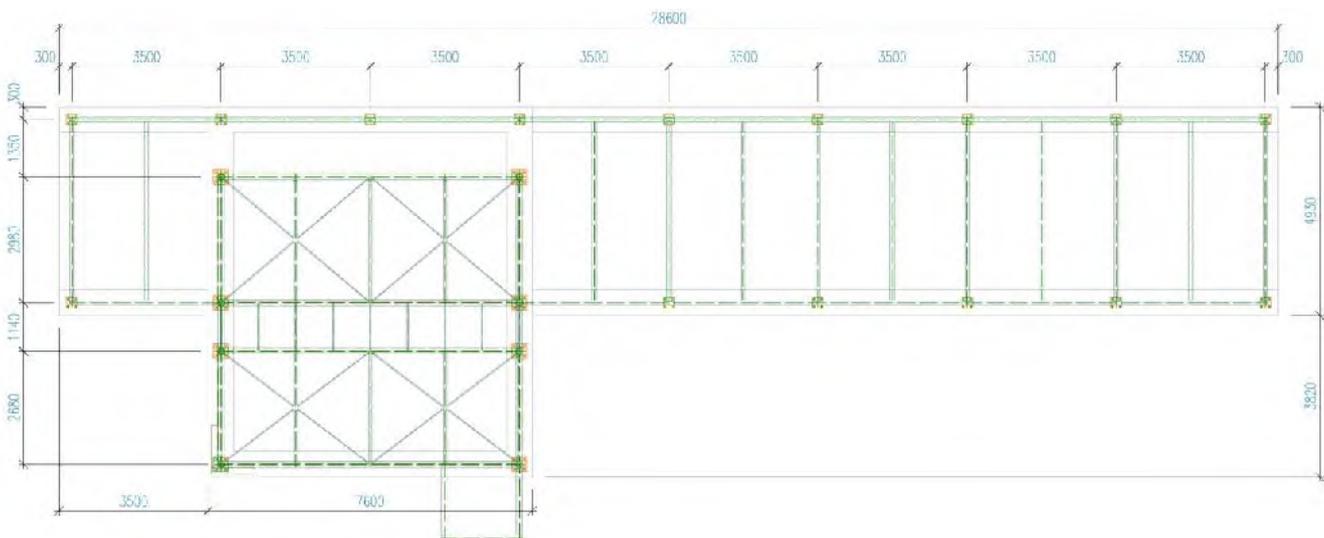


Figura 3 – Pianta complessiva struttura

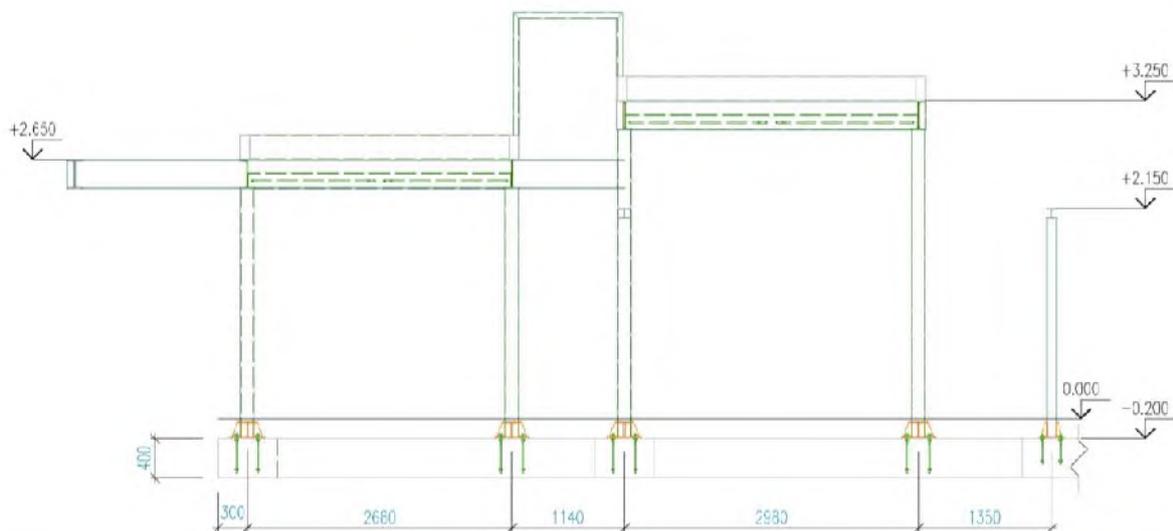
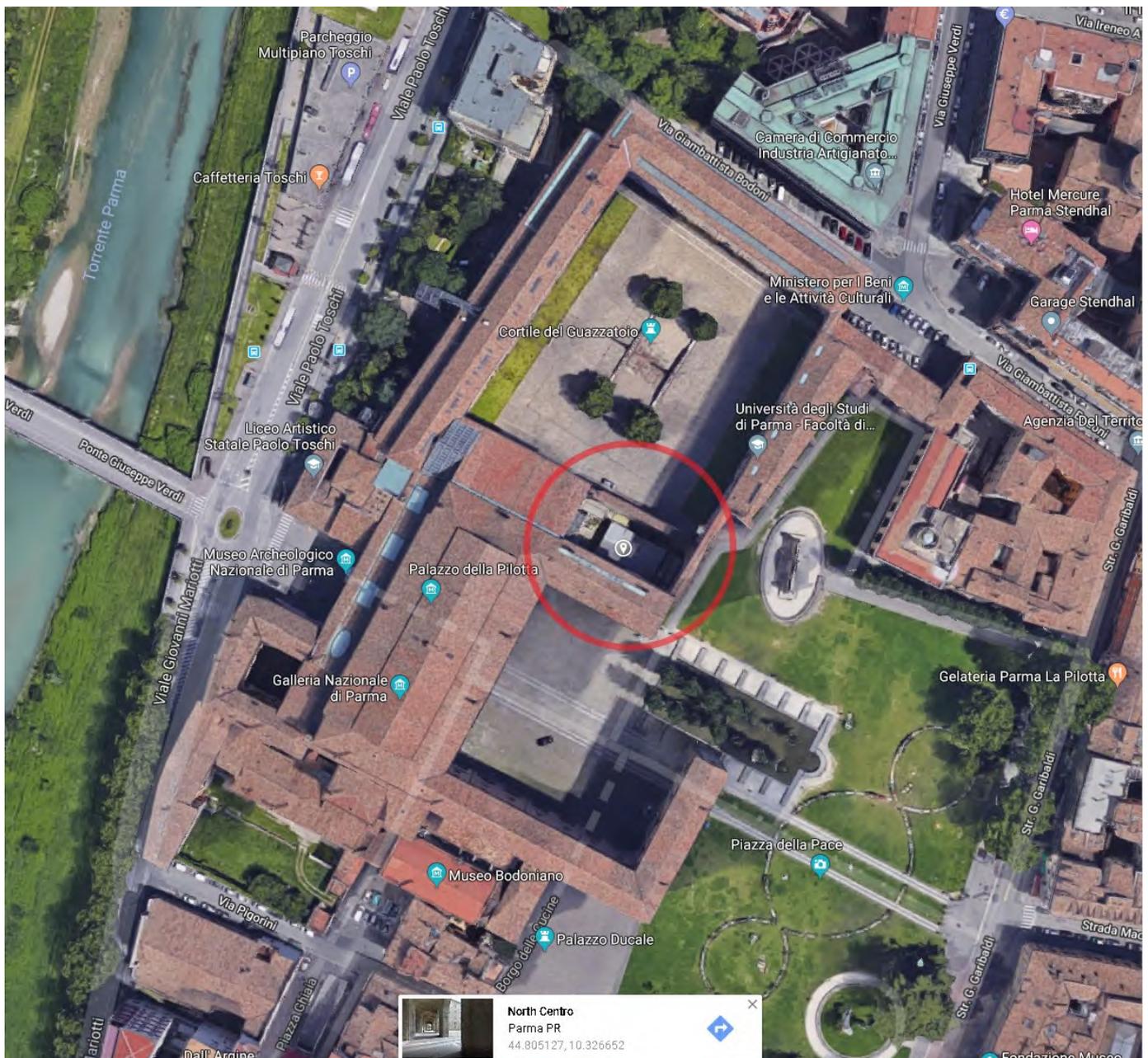


Figura 4 – Sezione tipo cucina

### ***C) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI***

<b>CNR UNI 10011-85</b>	Costruzioni d'acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
<b>D.M. 17 gennaio 2018</b>	Norme tecniche per le costruzioni – testo unitario
<b>Circ. n.617/2 .02.2009</b>	“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”
<b>EUROCODICI</b>	EC3 – UNI EN 1993-1-1 Agosto 2005

### ***D) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO, DELLE AZIONI CONSIDERATE SULLA COSTRUZIONE E DEGLI EVENTUALI SCENARI DI AZIONI ECCEZIONALI***



**Figura 5 - Coordinate del sito di intervento**

Dati definizione azione sismica di base:

- Località.....Comune di Parma (PR) (Zona 3)
  - Altitudine .....55m slm
  - Ricerca per coordinate.....Long. = 10,326652; Lat. = 44,805127
  - Vita nominale della costruzione..... VN = 50 anni
  - Classe d’uso della costruzione..... Classe II
  - Coefficiente d’uso della costruzione..... Cu = 1
  - Categoria di sottosuolo..... C
  - Categoria topografica..... T1
- L’analisi dei carichi completa è descritta successivamente nel **Cap. 2**  
 Non sono state considerate azioni eccezionali.

**E) DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE, DEI REQUISITI DI RESISTENZA MECCANICA E DI DURABILITÀ CONSIDERATI**

I materiali utilizzati sono conformi alle seguenti tabelle (§4.2.1.1 e §11.34.6.1 NTC 2018):

**PROFILATI METALLICI E PIASTRAME: ACCIAIO TIPO S235JR**

Tab. 4.2.I – Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

**BULLONERIA: Classe 8.8**

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f <sub>yb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
f <sub>tb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

**F) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE:**

**(classe di duttilità - CD, regolarità in pianta ed in alzato, tipologia strutturale, fattore di struttura - q e relativa giustificazione, stati limite indagati, giunti di separazione fra strutture contigue, criteri per la valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti, requisiti delle fondazioni e collegamenti tra fondazioni, vincolamenti interni e/o esterni, schemi statici adottati)**

Lo schema di calcolo adottato, raffigurato nella figura seguente, è costituito:

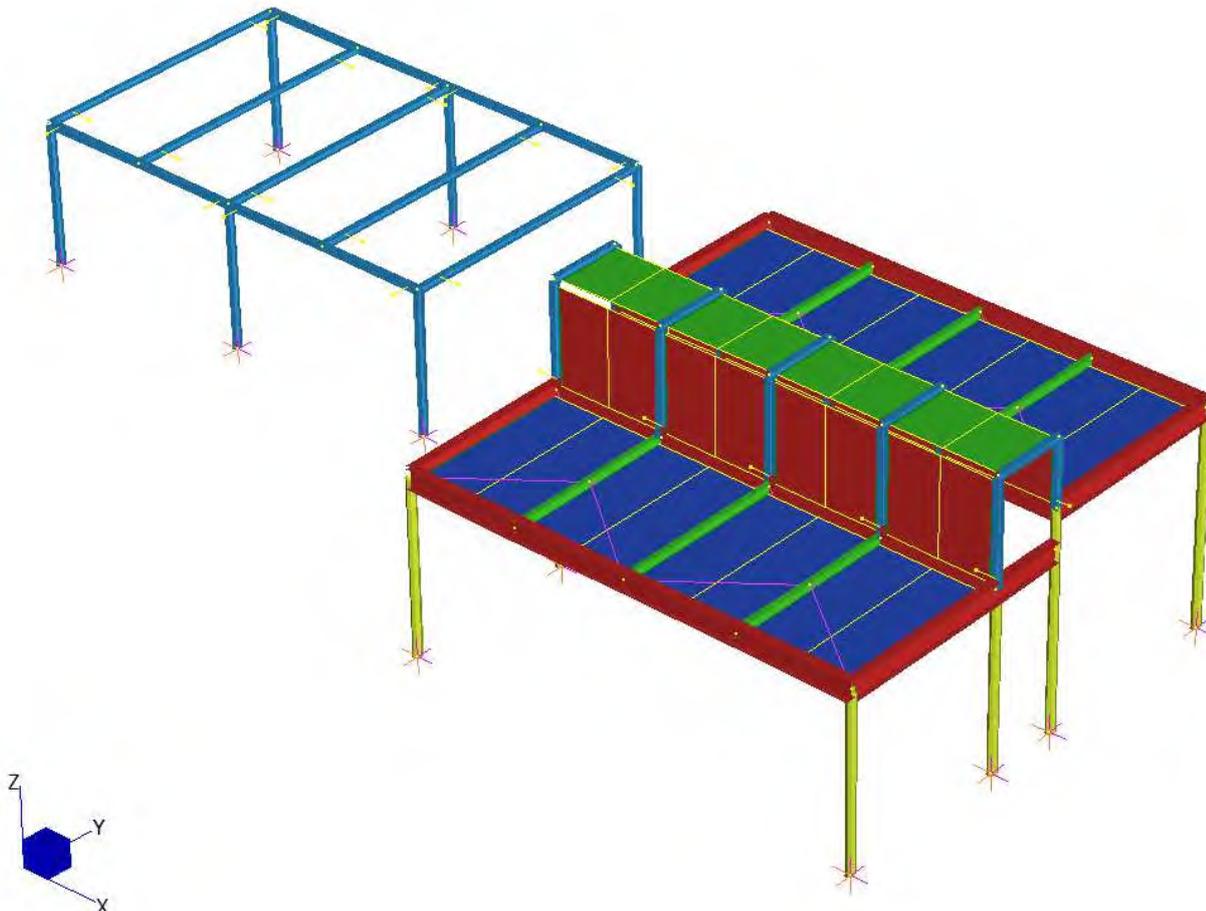
- per la cucina dai pilastri (in giallo) schematizzati come ritti pendolari su cui sono impostate le travi principali in IPE300 (rosse) stabilizzate dalle secondarie in IPE160 (verdi) e dai controventi a croce di sant'andrea in tondo  $\varnothing 20$ . Completano lo schema dei profili ausiliari per schematizzare la consistenza del lucernario di copertura.
- Per il pergolato lo schema di calcolo è di un reticolo di elementi incernierati per il piano di copertura e dai pilastri ritti pendolari tutti in profilo 2UNP100 (azzurro)

Le strutture di fondazione sono schematizzate come travi rovescie su suolo alla winkler.

Il terreno di fondazione, caratterizzato fino a 5m da materiale di riporto antropico romanico-medievale si considera idoneo a ricevere la trascurabile perturbazione indotta dai carichi di progetto.

Non sono state utilizzate risorse duttili dell'acciaio e pertanto il fattore di struttura è  $q = 1,5$ .

Non ci sono rischi di martellamento con le strutture esistenti in quanto la struttura è sufficientemente distante dalle strutture adiacenti.



**Figura 6 - Modello FEM utilizzato**

**G) INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN RELAZIONE AGLI SLU E SLE INDAGATI: COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI, COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE**

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}Q_{k2} + \psi_{03}Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono riportati in Tabella 2.6.I, mentre i valori dei coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$ ,  $\psi_{2j}$  sono riportati in Tabella 2.5.I.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso < 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota < 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Presentiamo di seguito le combinazioni significative che massimizzano le tensioni degli elementi e gli spostamenti della struttura.

CASES	1	2	3	4
	SLU NEVE	SLE NEVE	SLV X	SLV Y
1: G1 - PESO PROPRIO [Freedom Case 1]	1,4	1,0	1,0	1,0
2: G2 - PERMANENTI NON STRUTTURALI [Freedom Case 1]	1,5	1,0	1,0	1,0
3: G3 - TETTO VERDE [Freedom Case 1]	1,5	1,0	1,0	1,0
4: Q1 - NEVE [Freedom Case 1]	1,5	1,0	0,0x10 <sup>0</sup>	0,0x10 <sup>0</sup>
5: SX [Freedom Case 1]	0,0x10 <sup>0</sup>	0,0x10 <sup>0</sup>	1,0	0,3
6: SY [Freedom Case 1]	0,0x10 <sup>0</sup>	0,0x10 <sup>0</sup>	0,3	1,0

Figura 7 - Combinazioni significative

**H) INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO PER L'ESECUZIONE DELLA STESSA:**

Il metodo di analisi adottato è il metodo elastico (E) come consentito dalle N.T.C. 2018. La scelta è motivata dalla semplicità degli schemi di calcolo adottati senza necessità di utilizzare le ulteriori caratteristiche di duttilità delle membrature in acciaio.

**I) CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI, IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA:**

La struttura non ha particolare importanza nella risposta agli effetti dell'azione sismica per la leggerezza delle masse partecipanti. In ogni caso, per il controllo delle tensioni e degli spostamenti in presenza di azione sismica sono stati indagati gli Stati Limite di Salvaguardia Vita.

**J) RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIÙ SIGNIFICATIVE, COSÌ COME EMERGENTI DAI RISULTATI DELL'ANALISI, SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA, E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI;**

Si rimanda al Cap. -3- della presente relazione.

**K) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO;**

Il programma agli elementi finiti utilizzato per l'analisi delle sollecitazioni e degli spostamenti è: STRAUS7 Release 2.4.6 B6b – Supporto tecnico HSH Srl – Via N. Tommaseo 13, Padova. Sono inseriti nella presente relazione gli estratti di output e le rappresentazioni grafiche generate dal suddetto programma.

## Cap.2 - ANALISI DEI CARICHI

1. PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI IN ACCIAIO (G1):  
Inseriti automaticamente dal programma di calcolo
  
2. PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2):  
Uniformemente distribuiti tamponamenti verticali e orizzontali ..... 100 daN/m<sup>2</sup>
  
3. PERMANENTI NON STRUTTURALI (G3):  
Uniformemente distribuiti impalcati principi ..... 200 daN/m<sup>2</sup>
  
4. VARIABILI: VENTO (Q0 – non significativo in quanto è prevalente l’azione sismica))  
 Località..... Comune di Parma (PR)  
 Zona di carico Vento.....Emilia Romagna - Zona 2  
 Periodo di ritorno, TR.....50 anni  
 Coefficiente periodo di ritorno 50 anni..... $\alpha_R = 1.0$   
 Classe di rugosità del terreno.....B  
 Categoria di esposizione del sito.....IV  
 Velocità di riferimento del vento..... $v_b(TR) = 25 \text{ m/s}$   
 Densità dell’aria..... $\rho = 1.25 \text{ Kg/m}^3$   
 Altezza massima dal suolo..... $z = 4\text{m}$   
 Coefficiente topografico..... $c_t = 1$   
 Coefficiente di esposizione massimo..... $c_e = 1,63$   
 Pressione cinetica di riferimento..... $q_b = 391 \text{ N/m}^2$   
 Coefficiente dinamico..... $c_d = 1$   
 Coefficiente di forma sopravvento..... $c_p = 1$   
 Pressione sopravvento..... $pp = 51 \text{ daN/m}^2$
  
5. VARIABILI: NEVE (Q1):  
 Località.....Comune di Parma (PR)  
 Zona di carico Neve.....Zona I - Mediterranea  
 Altitudine di riferimento..... $a_s = 55\text{m s.l.m.}$   
 Coefficiente di esposizione..... $CE = 1$   
 Coefficiente termico..... $C_t = 1$   
 Valore caratteristico di carico neve al suolo..... $q_{sk} = 1.50 \text{ kN/m}^2$   
 Coefficiente di forma della copertura..... $\mu_i = 0.8$   
 Carico neve in copertura..... $q_s = 1.20 \text{ kN/m}^2$
  
6. VARIABILI: SISMA ( $E_{X,Y}$ )  
 Il metodo utilizzato per la determinazione degli effetti del sisma è l’analisi lineare statica.  
 Si riportano di seguito i dati per il calcolo dello spettro di risposta elastico, ottenuto utilizzando i dati del foglio xls Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ([www.cslp.it](http://www.cslp.it)) “**Spettri di risposta – NTC.ver. 1.0.3**”.

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_d$	0,140 g
$F_d$	2,464
$T_C$	0,283 s
$S_S$	1,493
$C_C$	1,592
$S_T$	1,000
$q$	1,500

**Parametri dipendenti**

$S$	1,493
$\eta$	0,667
$T_B$	0,150 s
$T_C$	0,451 s
$T_D$	2,160 s

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,209
$T_B$ ←	0,150	0,343
$T_C$ ←	0,451	0,343
	0,532	0,291
	0,614	0,252
	0,695	0,223
	0,776	0,199
	0,858	0,180
	0,939	0,165
	1,021	0,152
	1,102	0,140
	1,183	0,131
	1,265	0,122
	1,346	0,115
	1,427	0,108
	1,509	0,103

Figura 8 - Parametri e punti spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_d$	0,056 g
$F_d$	2,501
$T_C$	0,256 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,645
$S_T$	1,000
$q$	1,500

**Parametri dipendenti**

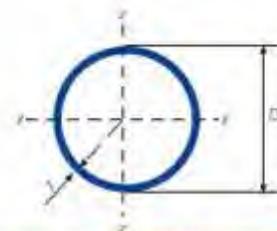
$S$	1,500
$\eta$	0,667
$T_B$	0,141 s
$T_C$	0,422 s
$T_D$	1,825 s

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,084
$T_B$ ←	0,141	0,141
$T_C$ ←	0,422	0,141
	0,489	0,122
	0,556	0,107
	0,622	0,095
	0,689	0,086
	0,756	0,079
	0,823	0,072
	0,890	0,067
	0,957	0,062
	1,023	0,058
	1,090	0,054
	1,157	0,051
	1,224	0,049
	1,291	0,046
	1,357	0,044

**Cap.3 - VERIFICHE PUNTO J) DGR ER 1373/2011**

**Verifica di resistenza/instabilità PILASTRI TUBO Ø139,7x8mm S235JH**

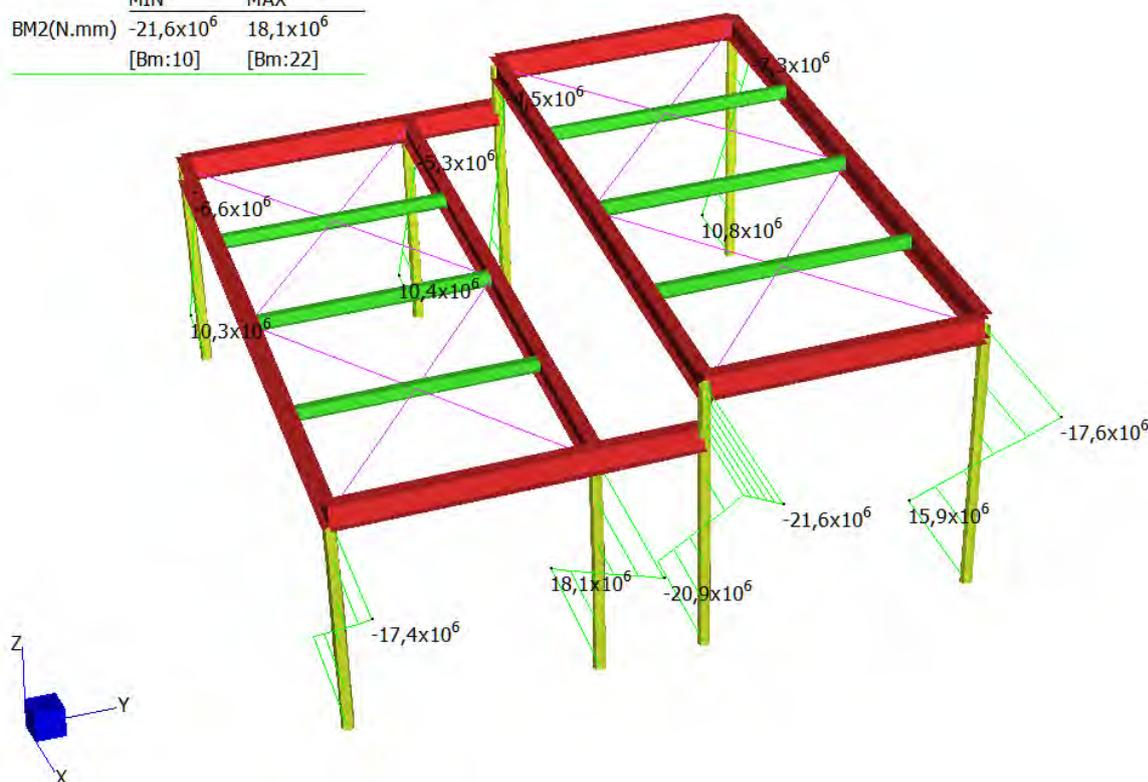


Gamma profilato tubolare a freddo - tondo

DIAMETRO ESTERNO SPECIFICO	SPESSORE SPECIFICO	MASSA LINEARE	AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE	MOMENTO D'INERZIA	RAGGIO DI INERZIA	MODULO D'ELASTICITÀ	MODULO DI PLASTICITÀ	MODULO D'INERZIA DI TORSIONE	MODULO DI TORSIONE	SUPERFICIE LATERALE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	LUNGHEZZA NOMINALE PER TONNELLATA	AREA SUPERFICIE ESTERNA PER METRO
D	T	M	A	I	i	$W_e$	$W_p$	$I_t$	$C_t$	$A_s$	m	$A_{sv}$
mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m		m <sup>2</sup>
139,7	6	19,8	25,2	564	4,73	80,8	107	1.129	162	0,439	50,5	174
139,7	6,3	20,7	26,4	589	4,72	84,3	112	1.177	169	0,439	48,2	166
139,7	7	22,9	29,2	644	4,70	92,2	123	1.288	184	0,439	43,7	150
139,7	8	26,0	33,1	720	4,66	103	139	1.441	206	0,439	38,5	133
139,7	10	32,0	40,7	862	4,60	123	169	1.724	247	0,439	31,3	108
139,7	12,5	39,2	50,0	1.020	4,52	146	203	2.040	292	0,439	25,5	87,9

- Classe della sezione in pressoflessione Tipo 1
- Lunghezza di libera inflessione 3300mm
- Coefficiente di vincolo  $\beta = 0,7$
- Momento resistente plastico  $M_{Rd,y} = 31kNm$

	MIN	MAX
BM2(N.mm)	-21,6x10 <sup>6</sup>	18,1x10 <sup>6</sup>
[Bm:10]	[Bm:22]	



**Figura 9 - Momento flettente SLV X**

	MIN	MAX
SF2(N)	$-17,5 \times 10^3$	$10,3 \times 10^3$
	[Bm:10]	[Bm:12]

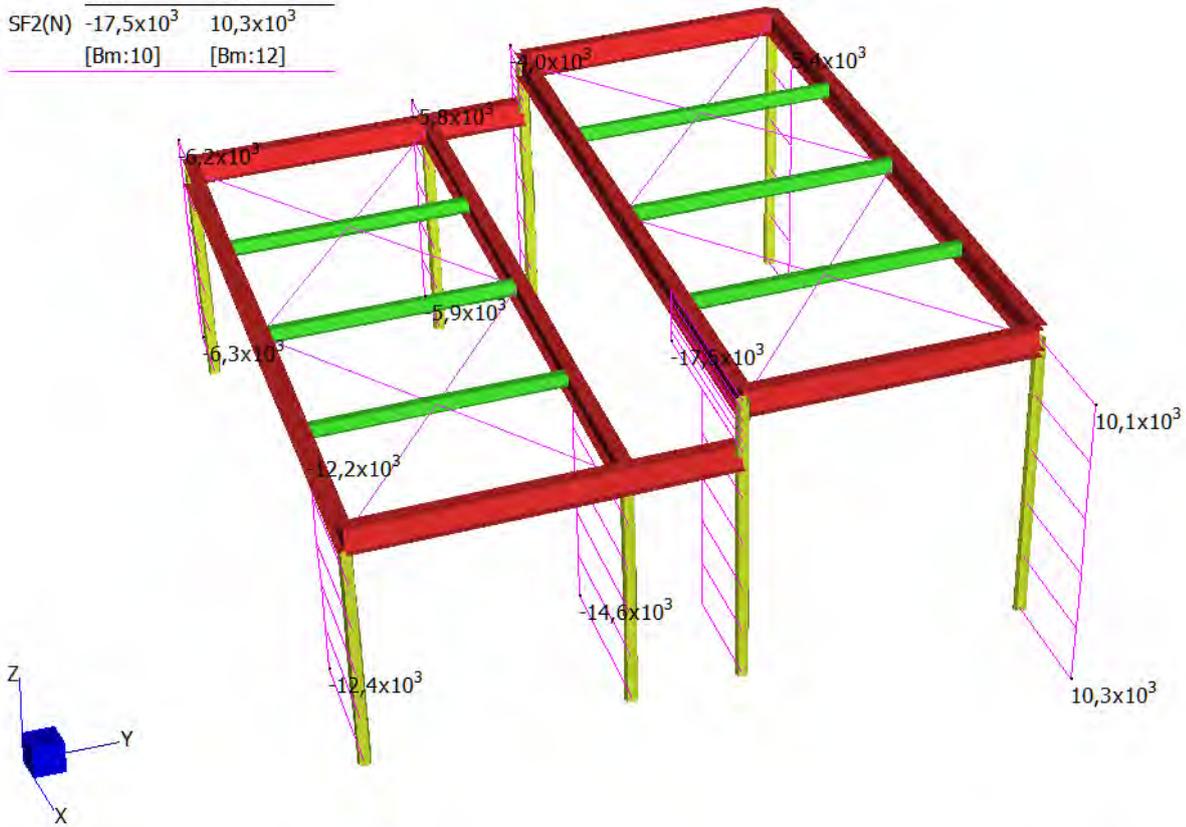


Figura 10 - Taglio SLV X

	MIN	MAX
AxForce(N)	$-33,1 \times 10^3$	$-9,2 \times 10^3$
	[Bm:24]	[Bm:16]

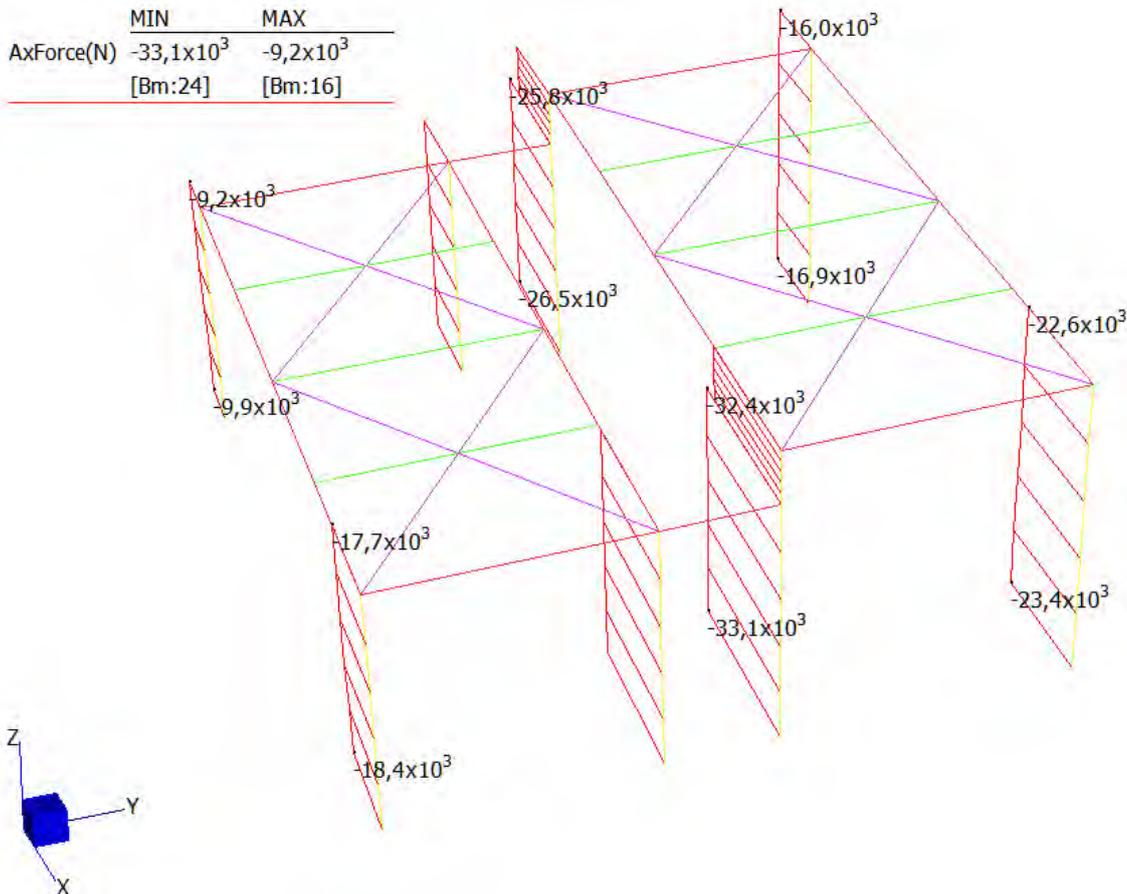


Figura 11 - Axione assiale SLV X

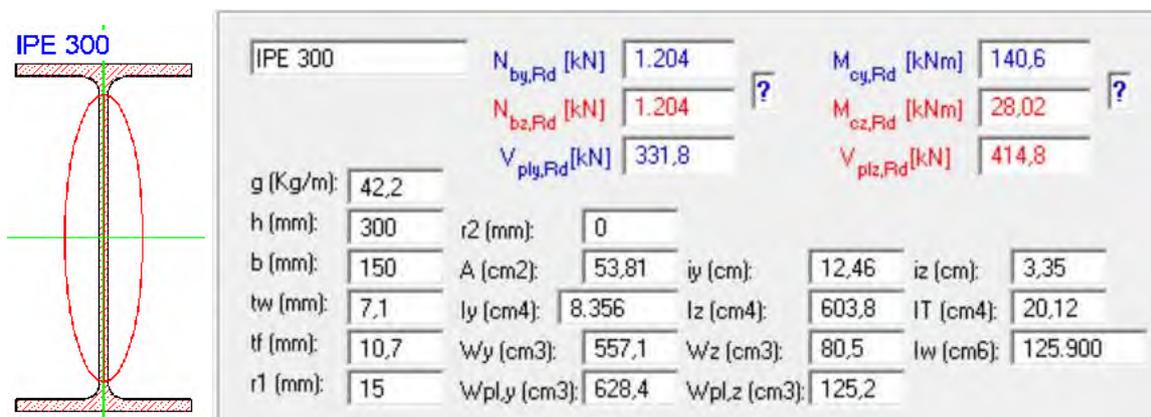
Verifica a pressoflessione:

Sollecitazioni riscontrate sul profilo per effetto della combinazione SLV X

- $M_{Ed,y} = 22\text{kNm}$  (Momento sollecitante massimo).
- $T_{Ed,x} = 18\text{kN}$  (Sforzo tagliante)(Non influente perché inferiore al 50% della resistenza a taglio di progetto § 4.2.4.1.2.6 NTC 2018).
- $N_{Ed,z} = 32\text{kN}$  (Azione assiale massima)

$$\text{Coeff. Util. Instabilità} = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{m1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{yEd} \cdot \gamma_{m1}}{f_{yk} \cdot W_{y1} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{zEd} \cdot \gamma_{m1}}{f_{yk} \cdot W_{z1} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,80 < 1$$

### VERIFICA TRAVE IPE300 – S235JR



- Classe della sezione in pressoflessione Tipo 1
- Lunghezza di libera inflessione 7m. Coefficiente di vincolo  $\beta = 1$

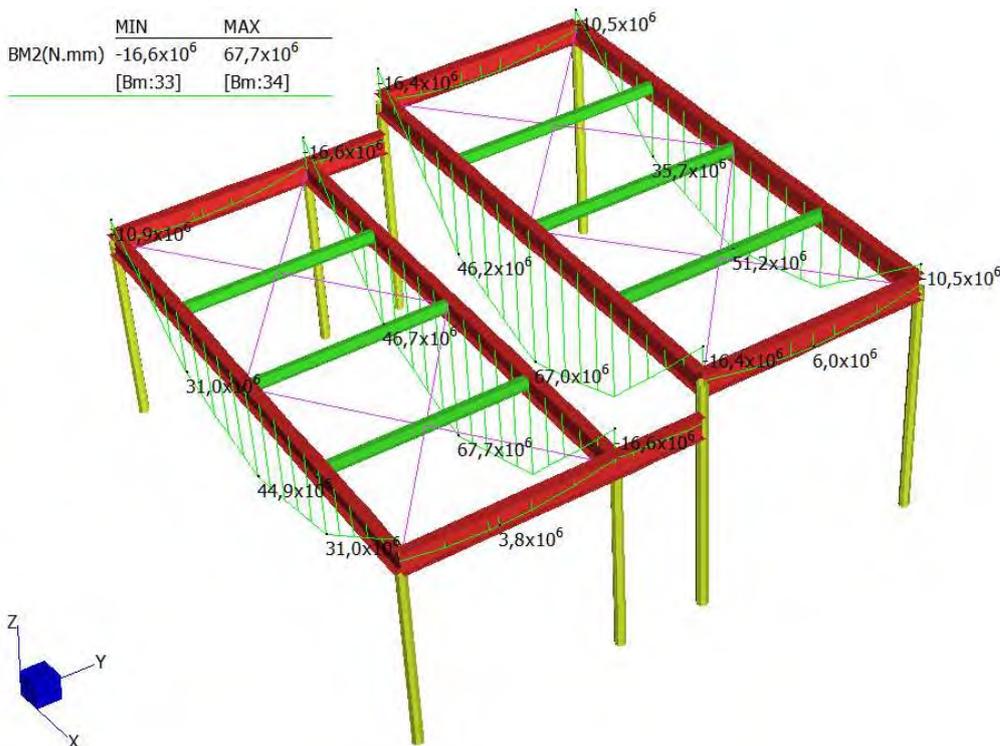


Figura 12 - Momento flettente SLU NEVE

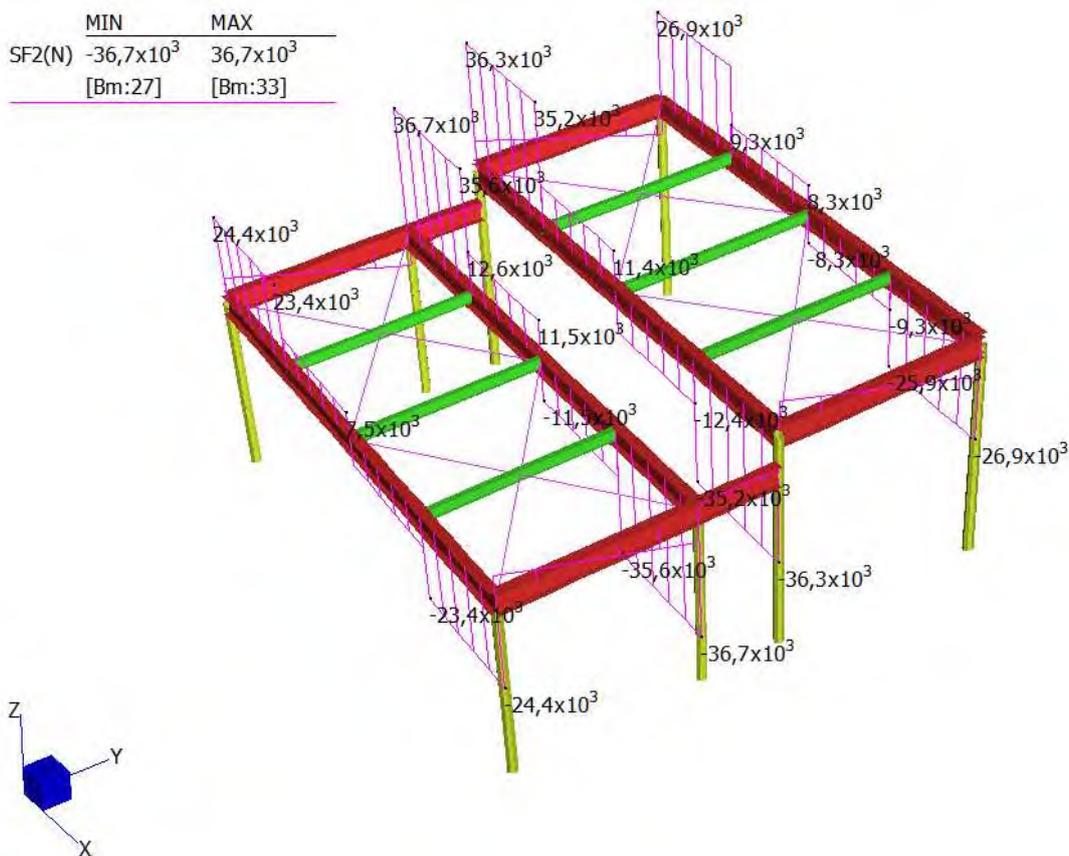


Figura 13 - Taglio SLU NEVE

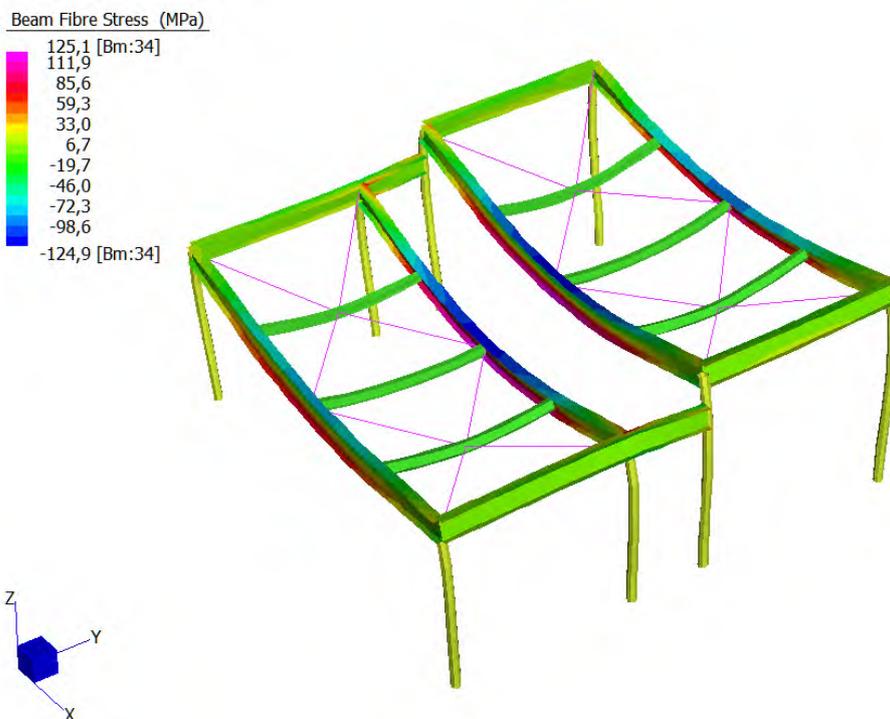


Figura 14 - Stato tensionale elastico SLU NEVE

$$\text{Coeff. Util. Instabilità} = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{m1}}{\chi A_{f_{yk}}} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{m1}}{M_{Rd,y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}\right)} = 0,56 < 1$$

### Spostamenti verticali e orizzontali

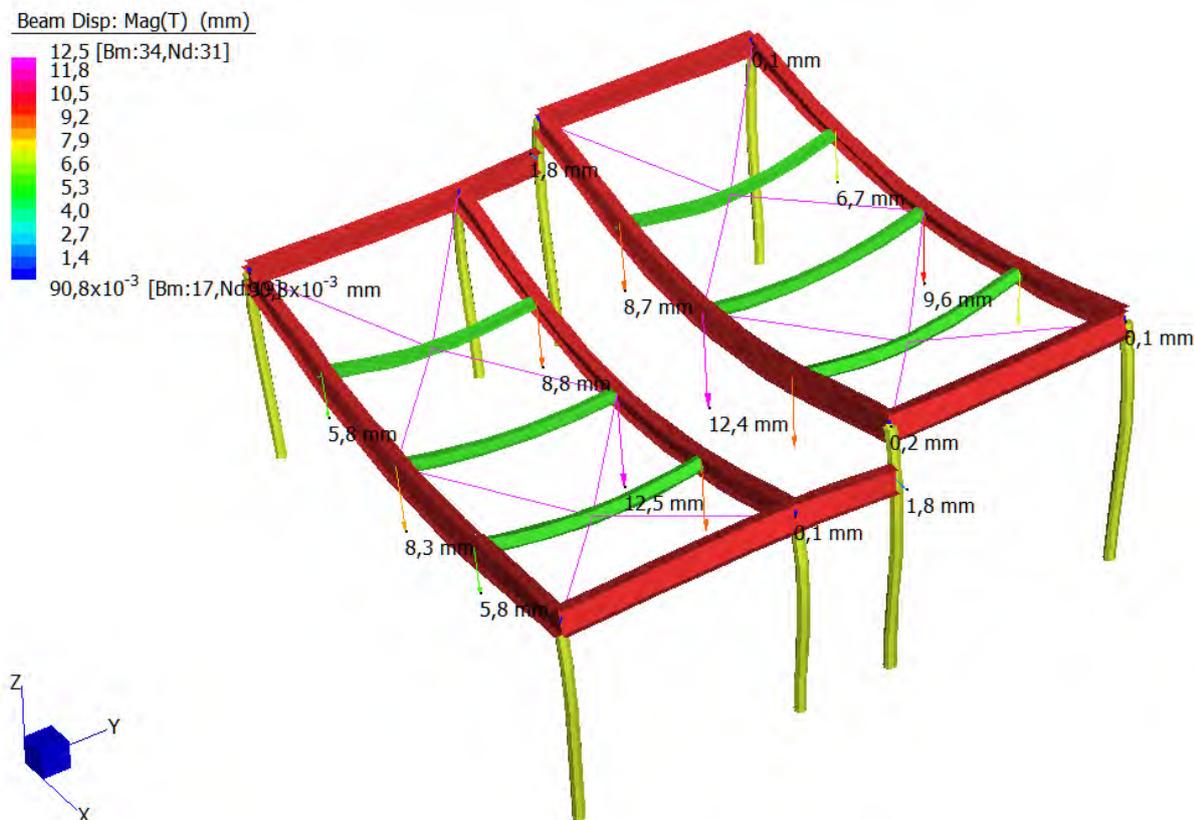


Figura 15 – Spostamenti verticali TRAVE IPE300 SLE NEVE 13mm < 17mm = L/400 → OK

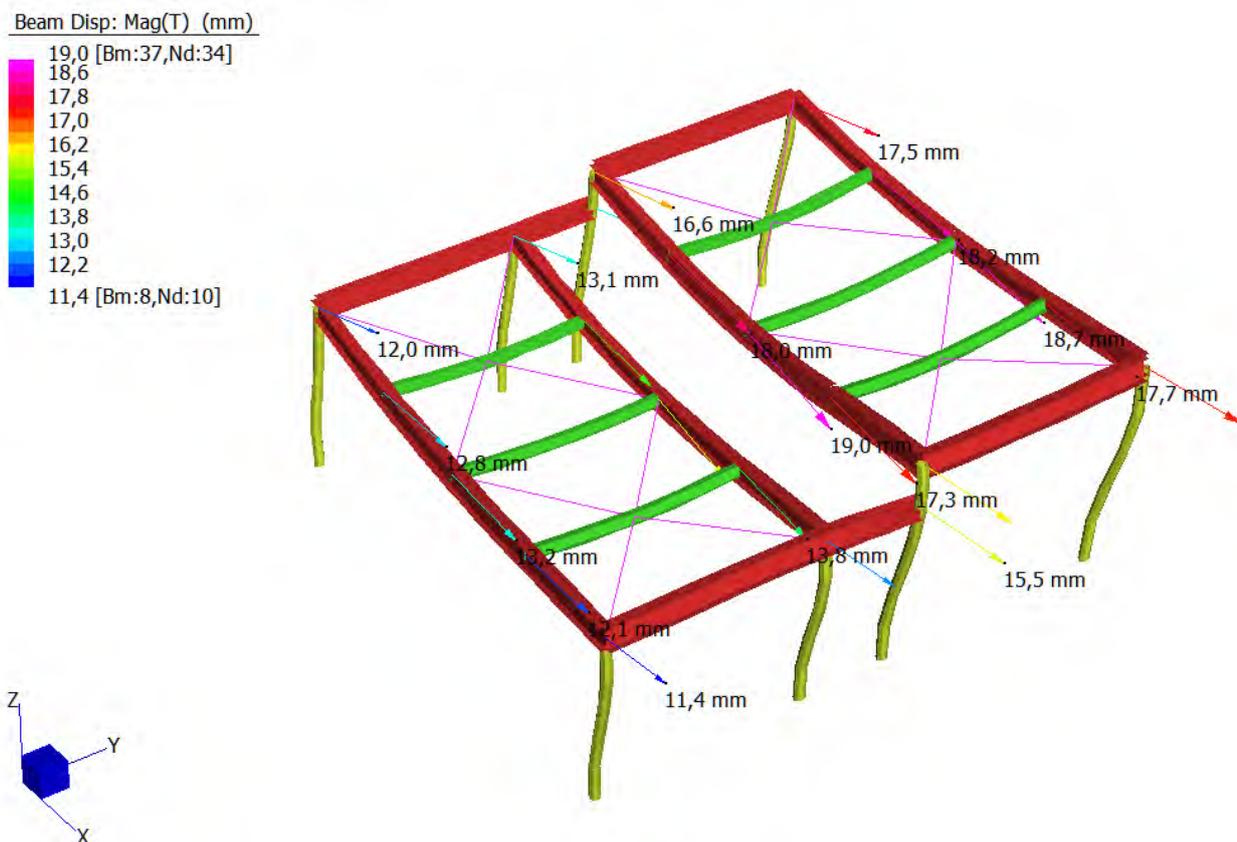


Figura 16 – Spostamenti orizzontali telaio SLE NEVE 18mm < 22mm = H/150 → ok

### REAZIONI VINCOLARI

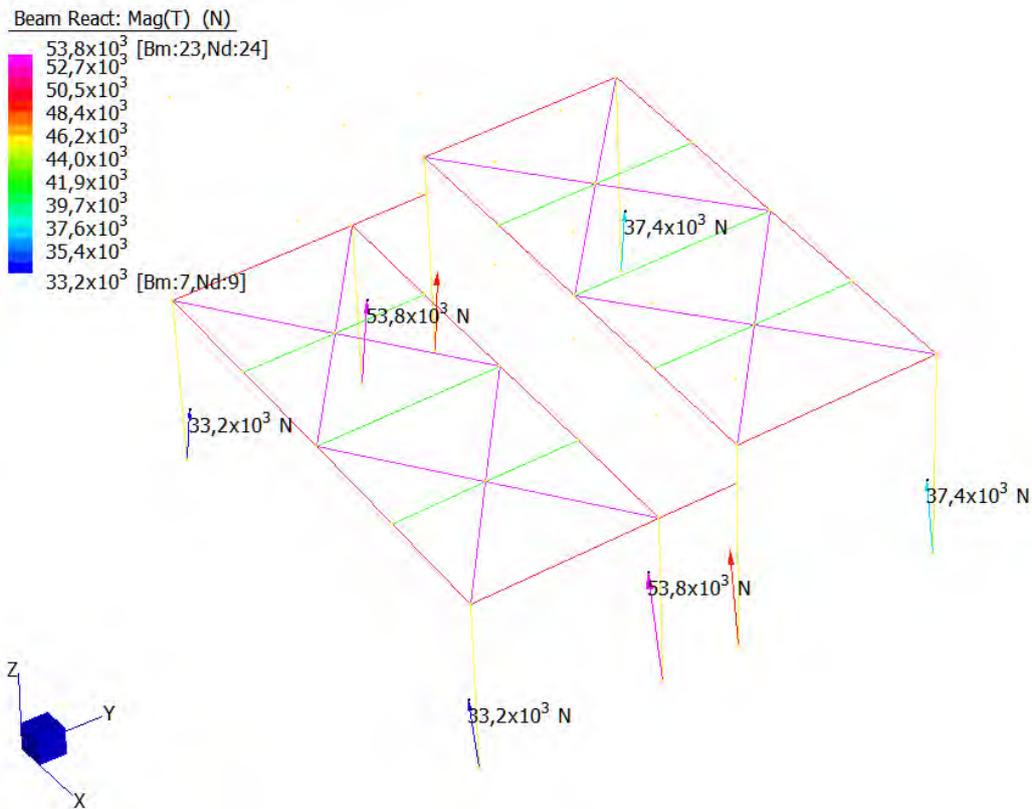


Figura 17 – Reazione vincolare verticale SLU NEVE

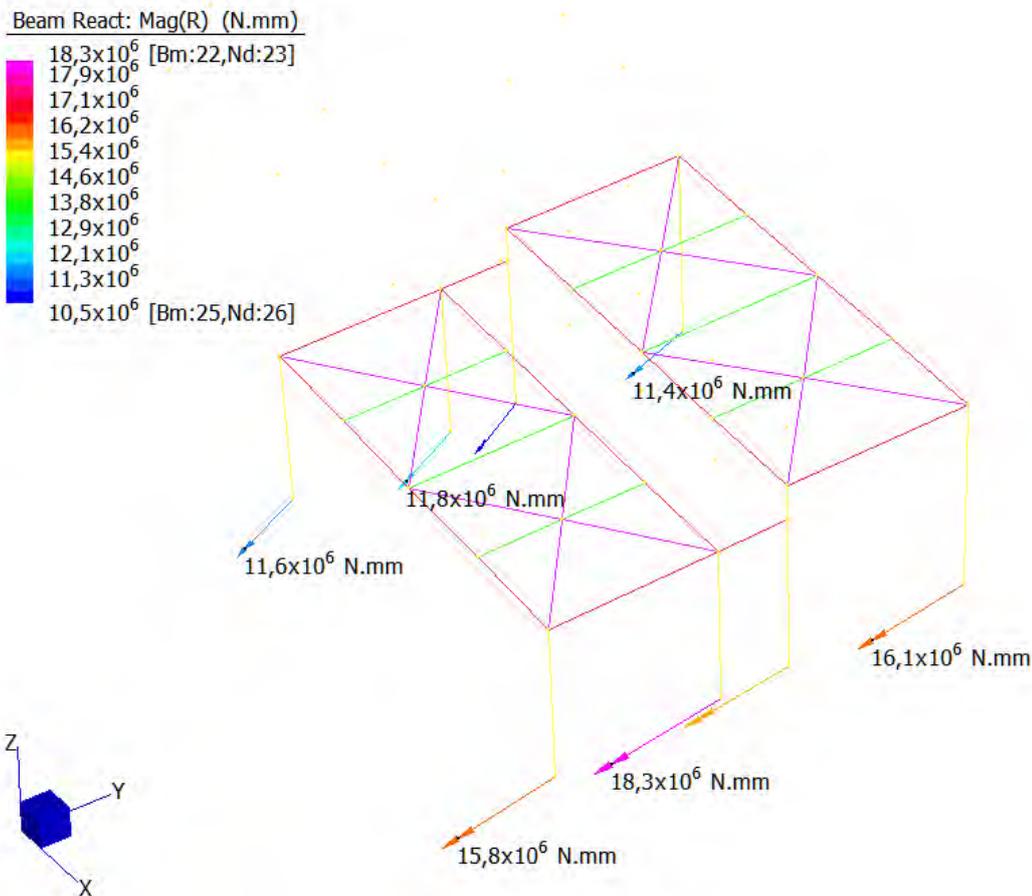


Figura 18 - Momenti nodo incastro di base SLV X

## VERIFICA NODO PRINCIPALE

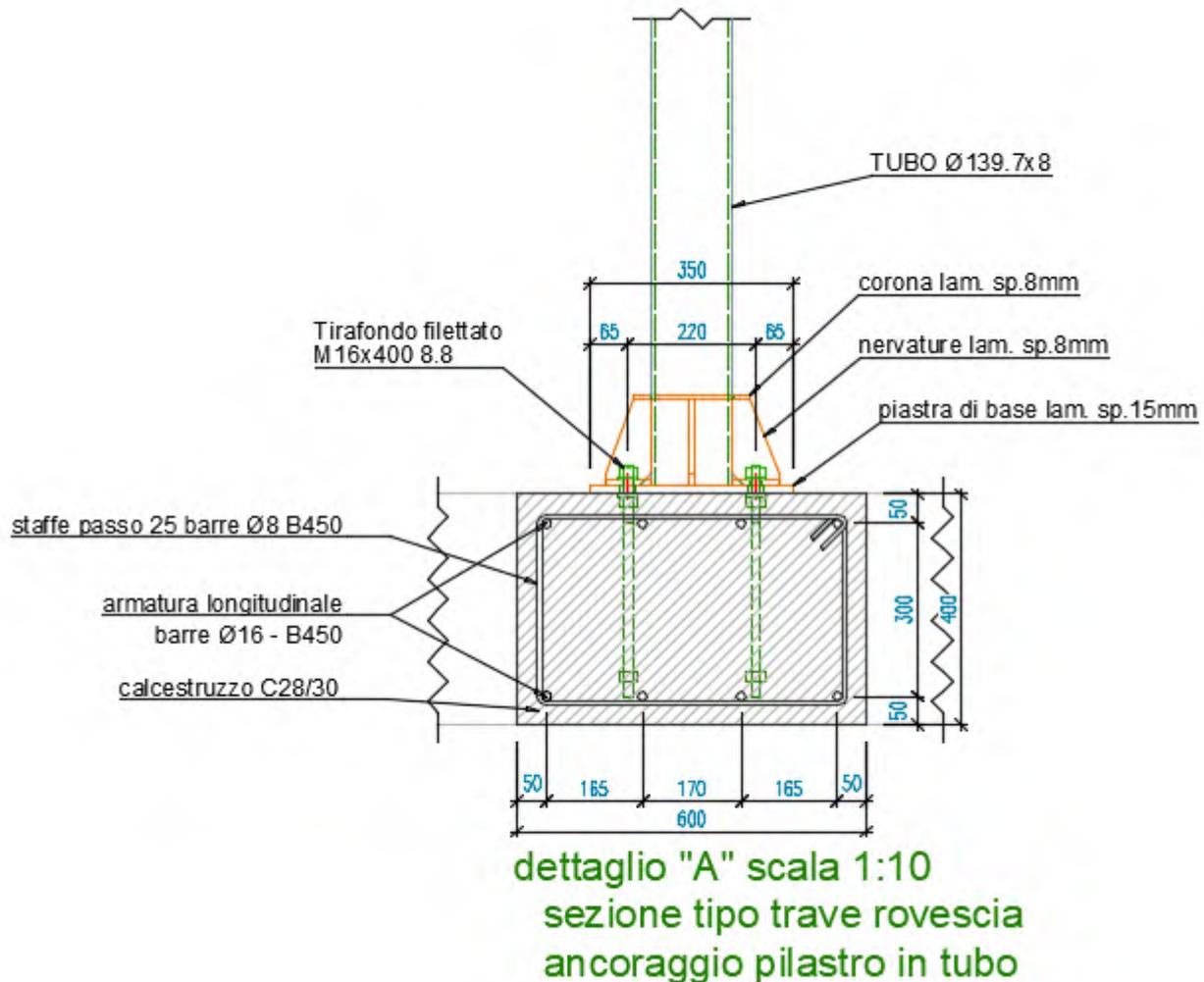


Figura 19 - Dettaglio nodo incastro di base

L'ancoraggio è realizzato con un gruppo di n°4 barre filetate M16x400 classe 8.8. Nella combinazione più critica SLV X il gruppo è sostanzialmente sollecitato a momento su una coppia di tirafondi con braccio di 220mm.

Azione di trazione assiale massima sulla barra  $N_{Ed} = 44\text{kN}$

Resistenza a trazione M16 cl.8.8  $F_t = 90\text{kN}$

- **Coeff. Utilizzazione Resistenza 0,49 < 1,0**

Parma, 10/01/2019 Dott. Ing. Dimitrios Mutussis