

MARIO ORLANDO & FIGLI

Mario Orlando & Figli S.r.l.

Corso Carlo Marx, 96 – 95045 Misterbianco (CT)

Tel. +39 095471188

Fax +39 095471690

Codice Fiscale e Partita IVA 00773360870

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Lavoro	PALCHI MODULARI STANDARD NTC 2018 D.M. 17/1/2018
--------	--

Il calcolista delle strutture

Ing. Mario

Granata

Commessa	Data	Rev.	Fatto da	Checked	Approved	Elaborato
916/2018	10-aprile 18	01			MG	R01
ISFeM S.r.l. Società d'ingegneria strutturale e consulenza industriale						
Via Morosoli 15/b 95124 CATANIA -TEL. 0957150242- 3493785274						granata@isfem.it

SOMMARIO

1. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI.....	3
2. NORMATIVA	4
2.1 AZIONI	4
2.2 STRUTTURE	4
2.2.1 in acciaio	4
2.3 FONDAZIONI.....	4
3. RELAZIONE SUI MATERIALI	5
3.1 ACCIAIO STRUTTURALE.....	5
3.2 SALDATURE	5
3.3 BULLONI	5
4. CRITERI ADOTTATI PER LA SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	7
5. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	8
5.1 STATI LIMITE ULTIMI.....	8
5.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	8
6. ANALISI DEI CARICHI	9
6.1 PERMANENTI.....	9
6.1.1 carichi portati dagli elementi	9
6.2 ACCIDENTALI.....	9
6.2.1 di esercizio verticali	9
6.2.2 di esercizio orizzontali.....	9
6.2.3 dovuti al vento	9
6.2.4 dovuti a sisma.....	9
7. CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI	10
7.1 COMBINAZIONI DI CARICO.....	10
8. IPOTESI DI CALCOLO ED ELABORAZIONI	11
8.1 CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI	12
8.2 VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ	13
9. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	14
9.1 ELEMENTI PORTATI	15
9.1.1 Pannello di calpestio	15
9.1.2 Piantone del parapetto	16
9.2 TELAIO.....	17

9.2.1	Briglia superiore (telaio rompitratta)	17
9.2.2	Briglia superiore (trave speciale porta pannello di calpestio).....	19
9.2.3	Briglia inferiore.....	21
9.2.4	Montante laterale	23
9.2.5	Montante centrale.....	25
9.2.6	Diagonale	27
9.2.7	Collegamento (ganci).....	29
9.3	TELAIO LONGITUDINALE	30
9.3.1	Briglia superiore	30
9.3.2	Briglia inferiore.....	32
9.3.3	Montante laterale	34
9.3.4	Montante centrale.....	36
9.3.5	Diagonale	38
9.3.6	Collegamento (ganci).....	40
9.4	MONTANTE SENZA CONTROVENTO.....	41
9.4.1	Base di appoggio	43
9.4.2	Vitone	44
9.5	MONTANTE CON CONTROVENTO	45
9.5.1	Montante.....	46
9.5.2	Controvento	48

1. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

Oggetto della presente relazione é la verifica dei principali elementi strutturali del palco modulare brevettato ORLANDO.

Il palco é costituito per assemblaggio di elementi prefabbricati composti in officina per saldatura di profili tubolari in acciaio di qualità S235JRH – S355JRH (UNI EN 10219-2) e di profili aperti di qualità S235 JR (UNI EN 10025-2).

Gli elementi principali orizzontali sono travette reticolari composte per saldatura di profili tubolari; queste sono collegate tra loro in modo da formare un graticcio portante con maglia 100 cm x 200 cm.

I montanti sono disposti secondo un modulo quadrato di lato 200 cm e sono costituiti da profili cavi quadri UNI EN 10219-2 – 80 x 80 x 2. Le briglie superiori ed inferiori delle travette sono costituite rispettivamente da profili cavi quadrati UNI EN 10219-2 - 40 x 30 x 1.5 e profili speciali a sezione equi-resistente (non unificati); i montanti d'attacco sono tubi quadri UNI EN 10219-2 - 40 x 40 x 2, mentre i montanti centrali sono tubi rettangoli UNI EN 10219-2 - 40 x 20 x 2; le diagonali sono realizzate con angolari a lati uguali UNI EN 10056-2 -25 x 25 x 4.

I pianali di calpestio sono realizzati con pannelli in abete triplo strato incrociato ad elevata resistenza.

Gli elementi verticali sono innestati in vitoni regolabili con piastra di ripartizione di dimensioni 100 x 100 mm per consentire il perfetto livellamento del palco anche su sottofondi irregolari; nel caso di superfici d'appoggio inconsistenti o terreni con scadenti caratteristiche geotecniche è consigliato prevedere una platea in conglomerato cementizio magro per un miglior livellamento e ripartizione dei carichi.

2. NORMATIVA

2.1 Azioni

* **D.M. 17/1/2018** - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI –(acronimo nel testo NTC2018)

* **UNI EN 1991-1-1:2004**, EUROCODICE 1 - Azioni Sulle Strutture

* **UNI EN 1998-1:2005** , EUROCODICE 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

2.2 Strutture

2.2.1 in acciaio

* **D.M. 17/1/2018** - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI -

* **UNI EN 1993-1-10 :2005**, EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di acciaio

2.3 Fondazioni

* **D.M. 17/1/2018** - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI -

* **UNI EN 1997-1:2005** EUROCODICE 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali

e, per quanto applicabili:

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione:
D.M. LL.PP. 11-3-88

• Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali
..... ecc. : Circolare Ministero LL.PP. n. 30483 -24-9-1988

3. RELAZIONE SUI MATERIALI

Per l'esecuzione delle opere di cui sopra è previsto l'impiego dei seguenti materiali

3.1 Acciaio strutturale

S235 (UNI EN 10025-2)			
Tensione di rottura a trazione	f_{tk}	\geq	360 N/mm ²
Tensione di snervamento	f_{yk}	\geq	235 N/mm ²
Modulo elastico	E	=	210 000 N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.3
Coefficiente di espansione termica lineare	α	=	12x10 ⁻⁶ °C
Densità	ρ	=	7850 Kg/m ³

S355 (UNI EN 10025-2)			
Tensione di rottura a trazione	f_{tk}	\geq	510 N/mm ²
Tensione di snervamento	f_{yk}	\geq	355 N/mm ²
Modulo elastico	E	=	210 000 N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν	=	0.3
Coefficiente di espansione termica lineare	α	=	12x10 ⁻⁶ °C
Densità	ρ	=	7850 Kg/m ³

3.2 Saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

3.3 Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella tabella seguente.

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

I bulloni per le giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tabella seguente.

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN ISO 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	

I valori di resistenza nominale dei bulloni sono indicati nella tabella seguente

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

4. CRITERI ADOTTATI PER LA SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare le travi e le colonne sono schematizzati con elementi trave a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite.

Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

5. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

Il progetto delle strutture portanti è mirato al perseguimento dei seguenti requisiti prestazionali:

sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;

sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): tutti i requisiti atti a garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;

Nel seguito si elencano gli Stati Limite che si ritengono significativi e determinanti per la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

5.1 Stati Limite Ultimi

Gli Stati Limite Ultimi considerati per la struttura in esame sono elencati nel seguito, da mettere in conto, eventualmente, anche in condizioni sismiche:

- perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- spostamenti o deformazioni eccessive;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni
- raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

5.2 Stati Limite di Esercizio

Gli Stati Limite di esercizio che si considerano per la struttura in esame sono elencati nel seguito:

- spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto anche in caso di sisma;
- vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 Permanenti

6.1.1 carichi portati dagli elementi

Pianale in pannello d'abete	kN/mq	0.19
Incidenza travette principali e secondarie~	kN/mq	0.10

6.2 Accidentali

6.2.1 di esercizio verticali

Si considera il carico

$$q_v = 6.00 \text{ kN/mq}$$

6.2.2 di esercizio orizzontali

Si considerano azioni orizzontali statiche equivalenti alle forze inerziali verticali pari al 10% di questi e si assume un coefficiente di riduzione del sovraccarico pari al 33%.

$$q_h = 0.20 \text{ kN/mq}$$

6.2.3 dovuti al vento

Non vengono messe in conto le azioni dovute al vento in quanto non sovrapponibili (perché non persistenti e dinamiche) con le altre azioni orizzontali che sono di entità superiore.

6.2.4 dovuti a sisma

I palchi rientrano nella categoria di opere provvisorie (vita nominale prevista inferiore a 2 anni) pertanto le verifiche sismiche (v. NTC 2018 pt. 2.4.1) possono omettersi.

7. CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI

Le azioni vengono considerate con i loro valori caratteristici e opportunamente combinate mediante coefficienti parziali, secondo le metodologie proprie del metodo degli stati limite.

7.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

Combinazioni fondamentale per gli SLU

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

I valori dei coefficienti di combinazione sono tratti dalla tabella seguente:

	PP + Carico Accidentale +X	PP + Carico Accidentale +Y
1: Peso Proprio e Permanente	1.30	1.30
2: Carico d'Esercizio +X	1.50	0.00
3: Carico d'Esercizio +Y	0.00	1.50

8. IPOTESI DI CALCOLO ED ELABORAZIONI

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare le travi e le colonne sono schematizzati con elementi trave a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite.

Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Si considera la struttura costituita dai telai a graticcio con modulo 200 cm di lato. Verranno altresì verificati gli elementi portati quali il pannello di calpestio ed il piantone del parapetto laterale.

Della struttura viene elaborato un modello agli elementi finiti utilizzando un noto e sofisticato software di calcolo: *STRAUS7 versione 2.45 della G+D Computing Pty Ltd (Australia)*, distribuito dalla HSH di Padova - e di cui la società scrivente ha rilevato la licenza.

Software utilizzato per le elaborazioni di calcolo

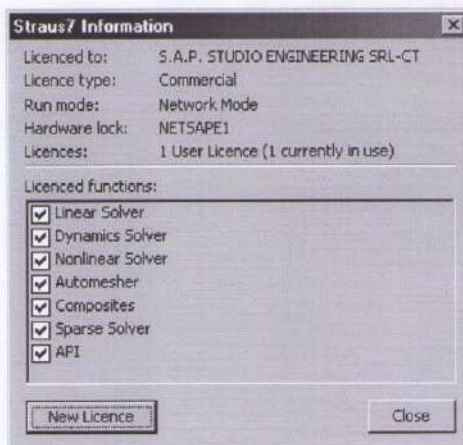
Strand7 Pty Ltd (in Europa Straus7)

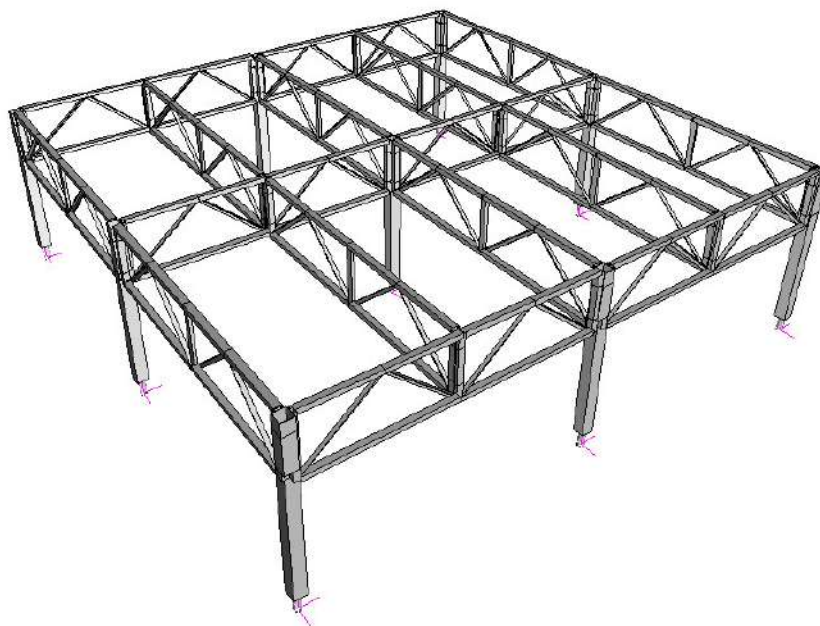
Suite 1, Level 5
65 York Street
Sydney NSW 2000
Australia

Licenza d'uso distribuita da

HSH srl - Via N.Tommaseo, 13 - 35131 Padova
Tel. 049 66 38 88 - Fax 049 875 87 47 - E-mail hsh@iperv.it

Schermata :





Modello agli elementi finiti del modulo 4m x 4m

Il software è in grado di determinare, per le varie condizioni di carico, le caratteristiche della sollecitazione in ogni elemento strutturale.

L'analisi svolta è di tipo statico lineare e il programma verrà utilizzato per determinare le caratteristiche della sollecitazione negli elementi strutturali. Le verifiche di resistenza e di stabilità verranno effettuate per gli elementi più sollecitati. L'individuazione della loro posizione è semplificata dalla analisi tensionale che il programma esegue anche in forma grafica, con notevole vantaggio rappresentativo e di comprensibilità.

8.1 Codice di calcolo, solutore e affidabilità dei risultati

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il confronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso. Pertanto lo scrivente ritiene:

- il codice di calcolo utilizzato robusto e affidabile
- le ipotesi di base e le modalità operative adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati ottenuti forniti dal codice di calcolo ed inseriti nella presente relazione, opportunamente controllati attraverso riscontri di massima eseguiti sui risultati delle analisi.

8.2 Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati.

9. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Nel seguito viene verificata la sicurezza agli SLU ed agli SLE (ove opportuno) degli elementi e dei nodi strutturali più significativi e più sollecitati.

L'analisi globale della struttura è condotta in campo elastico indefinitamente lineare. Tuttavia, poiché tutte le sezioni resistenti sono di Classe 1 è possibile calcolare la capacità resistente delle sezioni con il **metodo plastico**, cioè assumendo che la sezione possa esplicare tutta la sua capacità di resistenza plastica raggiungendo la condizione di snervamento fino alla fibra baricentrica.

Le verifiche riguarderanno i seguenti elementi:

- **Elementi portati**
 - Pannello di calpestio
 - Piantone del parapetto
- **Telaio trasversale**
 - Briglia superiore 1
 - Briglia superiore 2 (trave speciale porta pannello di calpestio)
 - Briglia inferiore
 - Montante centrale
 - Montante laterale
 - Diagonale
 - Collegamenti: ganci
- **Telaio longitudinale**
 - Briglia superiore
 - Briglia inferiore
 - Montante centrale
 - Montante laterale
 - Diagonale
 - Collegamenti: ganci
- **Montante senza controvento**
 - Base d'appoggio
 - Vitone regolabile
- **Montante con controvento**
 - Controvento

9.1 Elementi portati

9.1.1 Pannello di calpestio

PANNELLO IN ABETE TRIPLO STRATO

Caratteristiche geometriche

Luce	L	1000	mm
Base della sezione	b	500	mm
Spessore pannello	h	27	mm
Area sezione	A	13500	mm ²
Modulo di resistenza	W_y	1687500	mm ³
	W_z	91125	mm ³
Momento d'inerzia	J_y	820125	mm ⁴
	J_z	281250000	mm ⁴

Coefficienti parziali

Pannelli di particelle o di fibre	γ_{M0}	1.50
-----------------------------------	---------------	------

Rigidezza

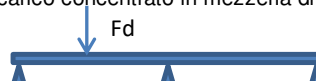
Modulo elastico longitudinale	$E_{0,mean}$	9881	Mpa
Modulo elastico trasversale	$E_{90,mean}$	8119	Mpa

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Peso pannello al metro quadro	g	19	kg/mq
Forza concentrata	Q	500	kg
Area di impronta (30x30 cm)	A	0.09	mq
Carico distribuito lineare	q	300	kg/m
Carichi permanenti	γ_{G1}	1.30	
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	1.50	
Carichi variabili	γ_Q	1.50	

	Valori caratteristici minimi	Valori di progetto	k_{mod}
Resistenza a flessione longitudinale	$f_{m,k}$ 43.9 Mpa	$f_{m,d}$ 39.51 Mpa	0.90
Resist. a taglio nel piano del pannello	$f_{v,k}$ 0.86 Mpa	$f_{v,d}$ 0.77 Mpa	

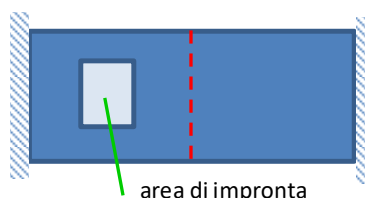
Schema statico: trave continua a due campate e carico concentrato in mezzzeria di campata



Combinazione di carico	carico F_d kN	M_d kNm	V_d kN	σ_d MPa	τ_d Mpa
I perm+acc.	7.50	1.41	5.16	15.43	0.38

Pannello con carico concentrato

Combinazione di carico	σ_d MPa	τ_d Mpa
I perm+acc.	25.87	0.28



Pannello con carico distribuito



Combinazione di carico	carico q kN/m	M_d kNm	V_d kN	σ_d MPa	τ_d Mpa
I perm+acc.	4.50	0.56	2.25	6.17	0.17

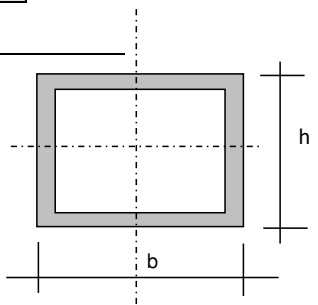
9.1.2 Piantone del parapetto

VERIFICA A FLESSIONE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

Denominazione profilo	b	80	mm x h	60	mm x sp.	3
UNI EN 1993-1-3						
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	fyk			355	Mpa	
Resistenza Rottura	ftk			510	Mpa	
Coefficiente di snervamento	ε			0.81		
Fattore di forma	d/t			20.0		
Classe della sezione				1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	804	mm ²
Momento d'inerzia asse forte	Ix	468972	mm ⁴
Momento d'inerzia asse debole	Iy	736492	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia asse de	ix	24	mm
Raggio giratorio d'inerzia asse for	iy	30	mm
Modulo elastico asse forte	Wex	15632	mm ³
Modulo elastico asse debole	Wey	24550	mm ³
Modulo plastico asse forte	Wpx	18446	mm ³
Modulo plastico asse debole	Wpy	28969	mm ³
Area resistente a taglio	Av	402	mm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γM0	1.05
Resistenza all'instabilità	γM1	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γM2	1.25

Capacità di resistenza della sezione

Trazione	Npl,Rd	271.8	kN
Taglio	Vc,Rd	78.5	kN
Flessione al limite elastico	MeI,Rd	5285.2	kNm
Flessione plastica	Mpl,Rd	6236.6	kNm

Geometria parapetto e condizione di carico e

Interasse montante	i	2.0	m
Altezza parapetto	h	1.0	m
Carico applicato in condizioni di uso normale	q	1.5	kN/m
Massimo momento flettente	Md	4500	kNm

$$\frac{M_d}{M_{eI,Rd}} = 0.72 < 1 \quad (\text{verifica in campo elastico})$$

Carico applicato in condizioni di uso eccezionale q **3.0** kN/m

Coefficiente di combinazione γ **1.0**

Massimo momento flettente Md 6000 kNm

$$\frac{M_d}{M_{pl,Rd}} = 0.96 < 1 \quad (\text{verifica in campo plastico})$$

Il piantone è stato provato in officina al carico sopradetto e la risposta è stata soddisfacente sia dal punto di vista della resistenza che della deformazione. La circolare MM.LL.PP. N.156 prevede che il soddisfacimento delle prescrizioni possa derivare da prove sperimentali.

9.2 Telaio

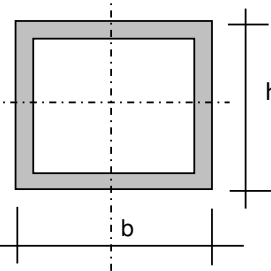
Si riportano di seguito le verifiche degli elementi costituenti i telai caricati direttamente dal pannello di calpestio; tali telai sono di due tipi: nel primo la briglia superiore è realizzata con il profilo speciale per l'incastro del pannello di calpestio (v. elab. grafici), l'altro ha la funzione di rompitratta e pertanto la briglia superiore è realizzata con lo stesso profilo cavo rettangolare utilizzato per la briglia inferiore.

9.2.1 Briglia superiore (telaio rompitratta)

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI CILINDRO TUBOLARE (Classe 1)						UNI EN 1993-1-3
Denominazione profilo	b	40	mm x h	30	mm x sp.	1.5
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	f_{yk}	235	Mpa			
Resistenza Rottura	f_{tk}	360	Mpa			
Coefficiente di snervamento	ε	1.00				
Fattore di forma	d/t	20.0				
Classe della sezione		1				

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	201.00	mm ²	
Momento d'inerzia asse debole	I _x	29310.75	mm ⁴	
Momento d'inerzia asse forte	I _y	46030.75	mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i _x	12.08	mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i _y	15.13	mm	
Modulo elastico asse debole	W _{ex}	1954.05	mm ³	
Modulo elastico asse forte	W _{ey}	3068.72	mm ³	
Modulo plastico asse debole	W _{px}	2305.78	mm ³	
Modulo plastico asse forte	W _{py}	3621.09	mm ³	
Area resistente a taglio	A _v	100.50	mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ _{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ _{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ _{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

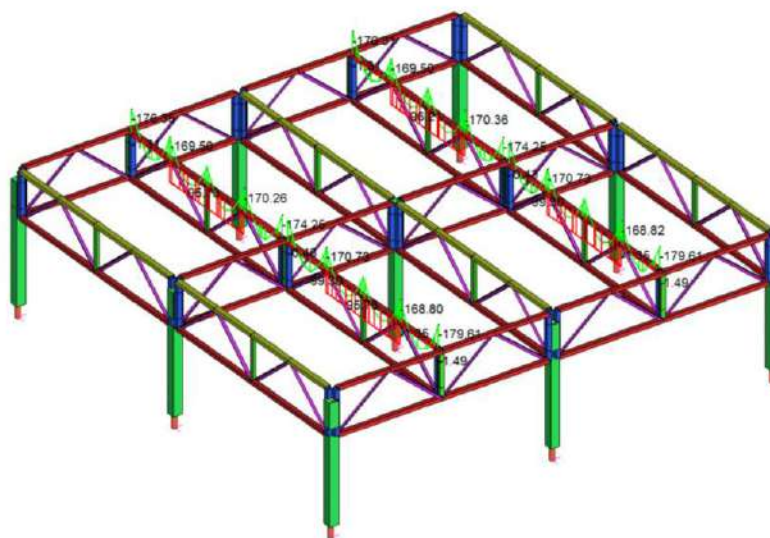
Trazione	N _{pl,Rd}	45.0 kN
Taglio	V _{c,Rd}	13.0 kN
Flessione al limite elastico	M _{el,Rd}	437.3 kNmm
Flessione plastica	M _{pl,Rd}	516.1 kNmm

Luce netta della asta	l	490 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	l ₀ = β * l	490 mm
Carico critico euleriano	N _{cr}	246995 N
Snellezza adimensionale	λ/λ _c	0.44
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.88

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	N _{b,Rd}	-37.68 kN
--------------------------------	-------------------	------------------

	MIN	MAX
BM2(kN.mm)	-179.61	104.97
	[Bm:310]	[Bm:298]
Force(kN)	-11.59	-0.34
	[Bm:355]	[Bm:322]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **$V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$** Involuppo **MIN**

Beam 310

$N_d < 0$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.372 < 1$$

$N_d > 0$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **$V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$** Involuppo **MAX**

Beam 355

$N_d < 0$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.640 < 1$$

$N_d > 0$

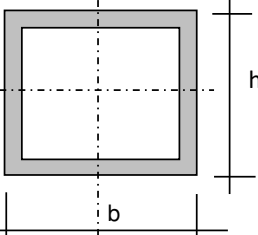
$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

9.2.2 Briglia superiore (trave speciale porta pannello di calpestio)

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3				
Denominazione profilo	b	47	mm x h	30
				mm x sp.
				1.5
Tubolare (formato a freddo)				
Resistenza caratt. snervamento	f_{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura	f_{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento	ε	1.00		
Fattore di forma	d/t	20.0		
Classe della sezione		1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	222.00	mm ²	
Momento d'inerzia asse debole	I_x	33579.00	mm ⁴	
Momento d'inerzia asse forte	I_y	67893.50	mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	12.30	mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	17.49	mm	
Modulo elastico asse debole	W_{ex}	2238.60	mm ³	
Modulo elastico asse forte	W_{ey}	4526.23	mm ³	
Modulo plastico asse debole	W_{px}	2641.55	mm ³	
Modulo plastico asse forte	W_{py}	5340.96	mm ³	
Area resistente a taglio	A_v	111.00	mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

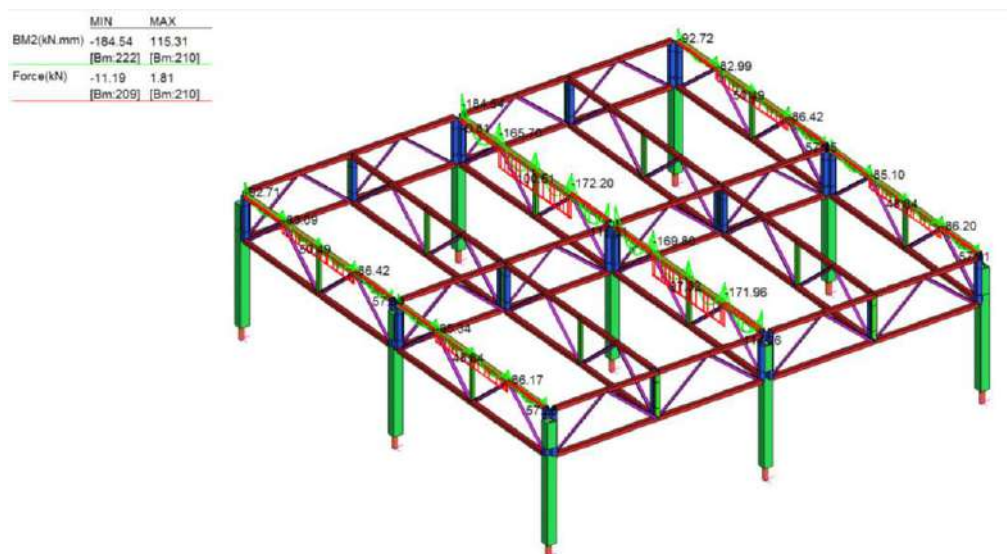
Capacità di resistenza della sezione

Trazione	$N_{pl,Rd}$	49.7 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	14.3 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	501.0 kNmm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	591.2 kNmm

Luce netta della asta	l	490 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	490 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	282963 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.43
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.88

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-41.82 kN
--------------------------------	------------	------------------



VERIFICHE DI RESISTENZA SLU $V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$ Involuppo **MIN**

Beam 222

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo/\gamma_{M1}}} \right) = 0.359 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA SLU $V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$ Involuppo **MAX**

Beam 209

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo/\gamma_{M1}}} \right) = 0.562 < 1$$

Nd>0

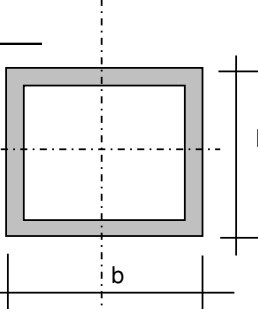
$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

9.2.3 Briglia inferiore

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3				
Denominazione profilo	b	40	mm x h	30 mm x sp. 1.5
Tubolare (formato a freddo)				
Resistenza caratt. snervamento	f_{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura	f_{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento	ε	1.00		
Fattore di forma	d/t	20.0		
Classe della sezione		1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	201.00 mm ²	
Momento d'inerzia asse debole	I_x	29310.75 mm ⁴	
Momento d'inerzia asse forte	I_y	46030.75 mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	12.08 mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	15.13 mm	
Modulo elastico asse debole	W_{ex}	1954.05 mm ³	
Modulo elastico asse forte	W_{ey}	3068.72 mm ³	
Modulo plastico asse debole	W_{px}	2305.78 mm ³	
Modulo plastico asse forte	W_{py}	3621.09 mm ³	
Area resistente a taglio	A_v	100.50 mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

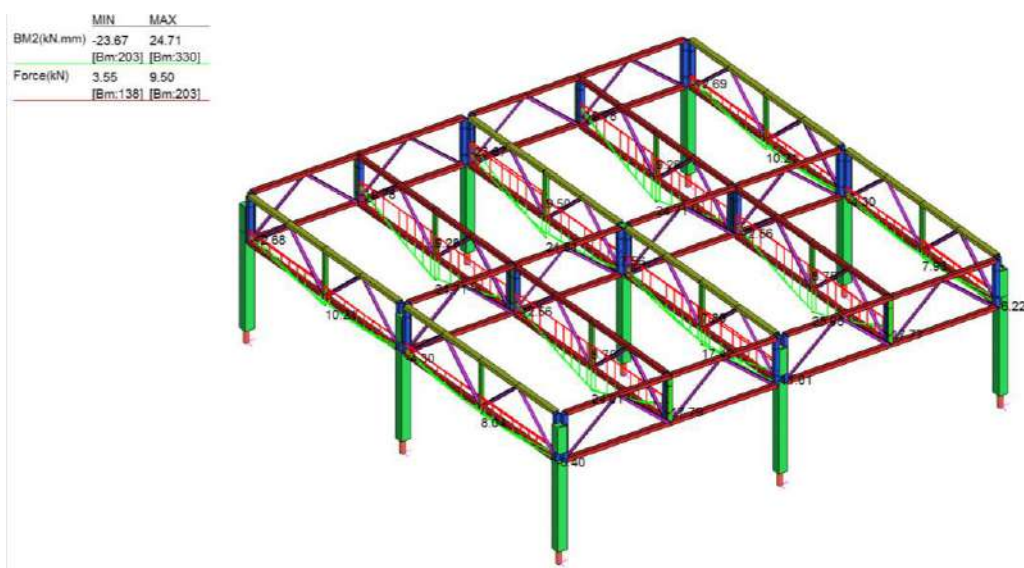
Capacità di resistenza della sezione

Trazione	$N_{pl,Rd}$	45.0 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	13.0 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	437.3 kNm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	516.1 kNm

Luce netta della asta	l	960 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	960 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	64348 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.86
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.63

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-26.91 kN
--------------------------------	------------	------------------



VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MIN
Beam 203				
Nd<0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{b,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}}$	) = 0.000 < 1
Nd>0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{pl,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd}}$	) = 0.279 < 1

VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MAX
Beam 330				
Nd<0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{b,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}}$	) = 0.000 < 1
Nd>0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{pl,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd}}$	) = 0.342 < 1

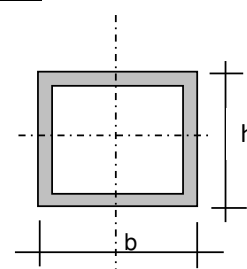
9.2.4 Montante laterale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	<i>b</i>	40	<i>mm x h</i>	40	<i>mm x sp.</i>	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	<i>f_{yk}</i>	235	Mpa			
Resistenza Rottura	<i>f_{tk}</i>	360	Mpa			
Coefficiente di snervamento	ϵ	1.00				
Fattore di forma	<i>d/t</i>	20.0				
Classe della sezione		1				

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	304.00 mm ²
Momento d'inerzia asse forte	Ix	73365.33 mm ⁴
Momento d'inerzia asse debole	Iy	73365.33 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	ix	15.53 mm
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	iy	15.53 mm
Modulo elastico asse forte	Wex	3668.27 mm ³
Modulo elastico asse debole	Wey	3668.27 mm ³
Modulo plastico asse forte	Wpx	4328.55 mm ³
Modulo plastico asse debole	Wpy	4328.55 mm ³
Area resistente a taglio	Av	152.00 mm ²



Coefficienti parziali

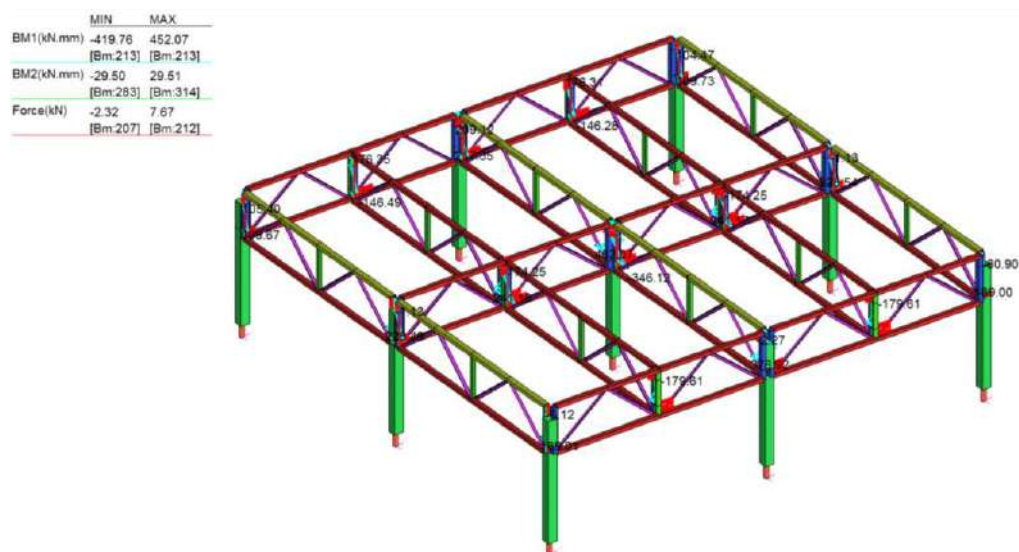
Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

Trazione	Npl,Rd	68.0 kN
Taglio	Vc,Rd	19.6 kN
Flessione al limite elastico	MeI,Rd	821.0 kNm
Flessione plastica	Mpl,Rd	968.8 kNm
Luce netta della asta	l	400 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	lo = $\beta \cdot l$	400 mm
Carico critico euleriano	Ncr	927736 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.28
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.96

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	Nb,Rd	-62.39 kN
--------------------------------	-------	------------------



VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MIN
Beam 213				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.000 < 1$$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.482 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MAX
Beam 314				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.214 < 1$$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

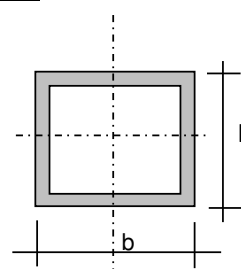
9.2.5 Montante centrale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

Denominazione profilo	b	20	mm x h	40	mm x sp.	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento			f_{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura			f_{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento			ε	1.00		
Fattore di forma			d/t	20.0		
Classe della sezione				1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	224.00 mm ²
Momento d'inerzia asse forte	I _x	44458.67 mm ⁴
Momento d'inerzia asse debole	I _y	14378.67 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i _x	14.09 mm
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i _y	8.01 mm
Modulo elastico asse forte	W _{ex}	2222.93 mm ³
Modulo elastico asse debole	W _{ey}	718.93 mm ³
Modulo plastico asse forte	W _{px}	2623.06 mm ³
Modulo plastico asse debole	W _{py}	848.34 mm ³
Area resistente a taglio	A _v	112.00 mm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

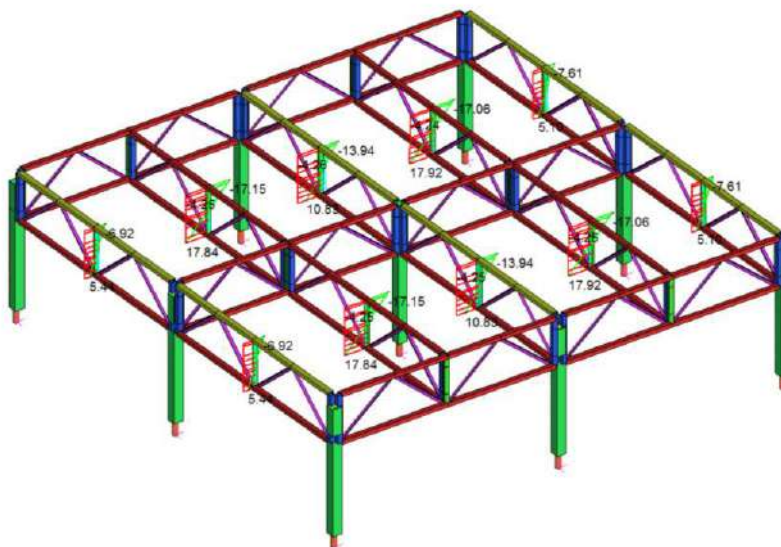
Trazione	N _{pl,Rd}	50.1 kN
Taglio	V _{c,Rd}	14.5 kN
Flessione al limite elastico	M _{el,Rd}	497.5 kNmm
Flessione plastica	M _{pl,Rd}	587.1 kNmm

Luce netta della asta	l	400 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	400 mm
Carico critico euleriano	N _{cr}	562199 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.31
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.95

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	N _{b,Rd}	-45.27 kN
--------------------------------	-------------------	------------------

	MIN	MAX
BM1(kN.mm)	-2.57	7.24
	[Bm.73]	[Bm.211]
BM2(kN.mm)	-17.15	17.92
	[Bm.287]	[Bm.357]
Force(kN)	-4.27	-2.12
	[Bm.211]	[Bm.147]



VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	$V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$	Involuppo	MIN
Beam 211				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.117 < 1$$

Nd>0				
$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$				

VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	$V < 0.5 \cdot V_{c,Rd}$	Involuppo	MAX
Beam 357				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.123 < 1$$

Nd>0				
$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$				

9.2.6 Diagonale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE ANGOLARE (Classe 3)

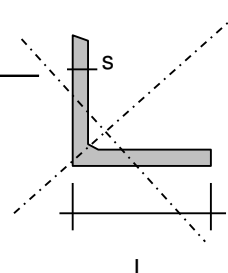
UNI EN 1993-1-3

Denominazione profilo angolare l.uguali
Resistenza caratt. snervamento
Resistenza Rottura
Coefficiente di snervamento
Fattore di forma
Classe della sezione

L **25** mm x sp. **4**
fyk **235** Mpa
ftk **360** Mpa
 ε 1.00
d/t 6.3
3

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale A 900.00 mm²
Momento d'inerzia I_{min} 7700.00 mm⁴
Raggio giratorio d'inerzia ix=iy 2.92 mm
Modulo elastico W_{emin} 616.0 mm³
Modulo plastico - non applicab. W_{px}=W_{py} 616.0 mm³
Area resistente a taglio A_v 900.0 mm²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni γ_{M0} **1.05**
Resistenza all'instabilità γ_{M1} **1.10**
Resistenza a rottura della sezione netta γ_{M2} **1.25**

Capacità di resistenza della sezione

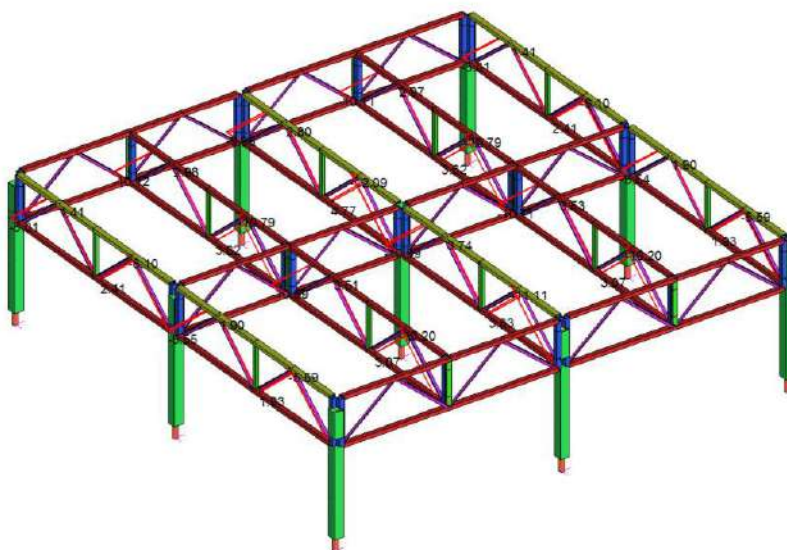
Trazione N_{el,Rd} **201** kN
Taglio V_{c,Rd} **116** kN
Flessione al limite elastico M_{el,Rd} **138** kNmm
Flessione plastica M_{pl,Rd} **138** kNmm

Luce netta della asta l **632** mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless. β **1**
Luce libera inflessione dell'asta l_o = $\beta \cdot l$ **632** mm
Carico critico euleriano N_{cr} 39004 N
Snellezza adimensionale λ/λ_c 2.329
Fattore d'imperfezione α **0.34**
Fattore di riduzione per instabilità χ 0.16

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione N_{b,Rd} **-31** kN

	MIN	MAX
BM2(kN.m/m)	0.00	0.00
[Bm:14]	[Bm:14]	[Bm:14]
Force(kN)	-12.09	4.77
[Bm:218]	[Bm:218]	[Bm:217]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MIN**

Beam 218

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo/\gamma M1}} \right) = 0.395 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MAX**

Beam 217

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} \cdot \gamma_{Mo/\gamma M1}} \right) = 0.000 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.024 < 1$$

9.2.7 Collegamento (ganci)

VERIFICA A TAGLIO DI SEZIONE CIRCOLARE

Denominazione profilo	TONDO	Φ	14 mm
Resistenza caratt. snervamento		f_{yk}	235 Mpa
Resistenza Rottura		f_{tk}	360 Mpa

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	153.94 mm ²
Monento d'inerzia	I_{min}	1885.74 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia	$i_x=i_y$	3.50 mm
Modulo elastico	W_{emin}	269.4 mm ³
Modulo plastico - non applicab.	$W_{px}=W_{py}$	269.4 mm ³
Area resistente a taglio	A_v	153.94 mm ²

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

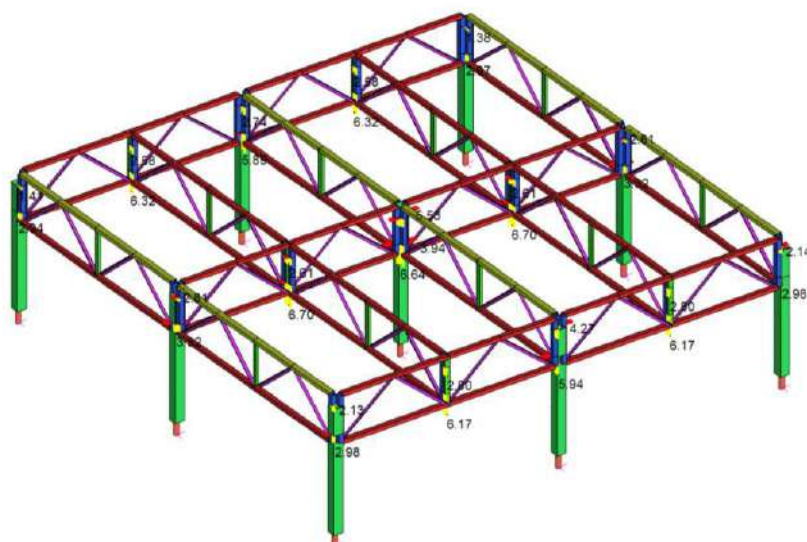
Trazione	$N_{el,Rd}$	34.5 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	19.9 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	60.3 kNmm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	60.3 kNmm

Verifica a taglio

Beam 374

$$\frac{V_d}{V_{c,Rd}} = 0.34 < 1$$

	MIN	MAX
SF1(kN)	1.09	6.70
	[Bm.250]	[Bm.374]
SF2(kN)	-0.38	0.38
	[Bm.66]	[Bm.220]
Force(kN)	-6.00	5.53
	[Bm.221]	[Bm.220]



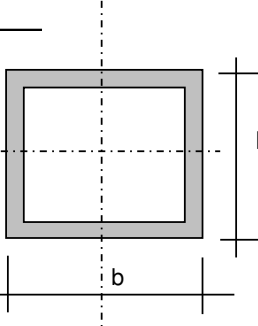
9.3 Telaio longitudinale

9.3.1 Briglia superiore

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3				
Denominazione profilo	b	30	mm x h	40 mm x sp. 1.5
Tubolare (formato a freddo)				
Resistenza caratt. snervamento	f _{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura	f _{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento	ε	1.00		
Fattore di forma	d/t	26.7		
Classe della sezione		1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	201.00 mm ²	
Momento d'inerzia asse forte	I _x	46030.75 mm ⁴	
Momento d'inerzia asse debole	I _y	29310.75 mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debo	i _x	15.13 mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i _y	12.08 mm	
Modulo elastico asse forte	W _{ex}	2301.54 mm ³	
Modulo elastico asse debole	W _{ey}	1465.54 mm ³	
Modulo plastico asse forte	W _{px}	2715.81 mm ³	
Modulo plastico asse debole	W _{py}	1729.33 mm ³	
Area resistente a taglio	A _v	100.50 mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ _{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ _{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ _{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

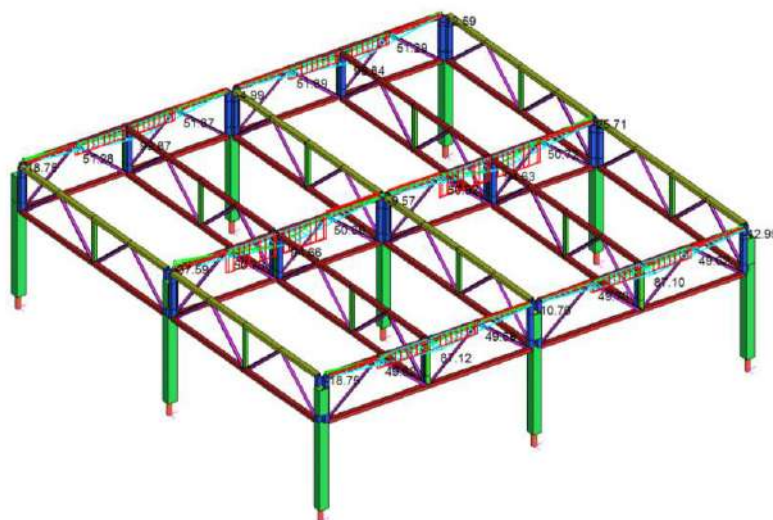
Trazione	N _{pl,Rd}	45.0 kN
Taglio	V _{c,Rd}	13.0 kN
Flessione al limite elastico	M _{el,Rd}	515.1 kNm
Flessione plastica	M _{pl,Rd}	607.8 kNm

Luce netta della asta	l	470 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	l _o = β * l	470 mm
Carico critico euleriano	N _{cr}	421605 N
Snellezza adimensionale	λ/λ _c	0.33
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.93

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	N _{b,Rd}	-39.99 kN
--------------------------------	-------------------	------------------

	MIN	MAX
BM1(kN.mm)	-6.24	99.87
	[Bm.31]	[Bm.190]
BM2(kN.mm)	-37.59	61.49
	[Bm.56]	[Bm.127]
Force(kN)	-20.67	4.49
	[Bm.57]	[Bm.54]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MIN**

Beam 190

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.402 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MAX**

Beam 57

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.674 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

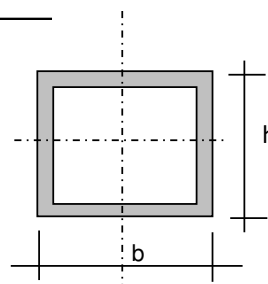
9.3.2 Briglia inferiore

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	b	30	mm x h	40	mm x sp.	1.5
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento			f_{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura			f_{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento			ε	1.00		
Fattore di forma			d/t	26.7		
Classe della sezione				1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	201.00 mm ²
Momento d'inerzia asse forte	I_x	46030.75 mm ⁴
Momento d'inerzia asse debole	I_y	29310.75 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	15.13 mm
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	12.08 mm
Modulo elastico asse forte	W_{ex}	2301.54 mm ³
Modulo elastico asse debole	W_{ey}	1465.54 mm ³
Modulo plastico asse forte	W_{px}	2715.81 mm ³
Modulo plastico asse debole	W_{py}	1729.33 mm ³
Area resistente a taglio	A_v	100.50 mm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

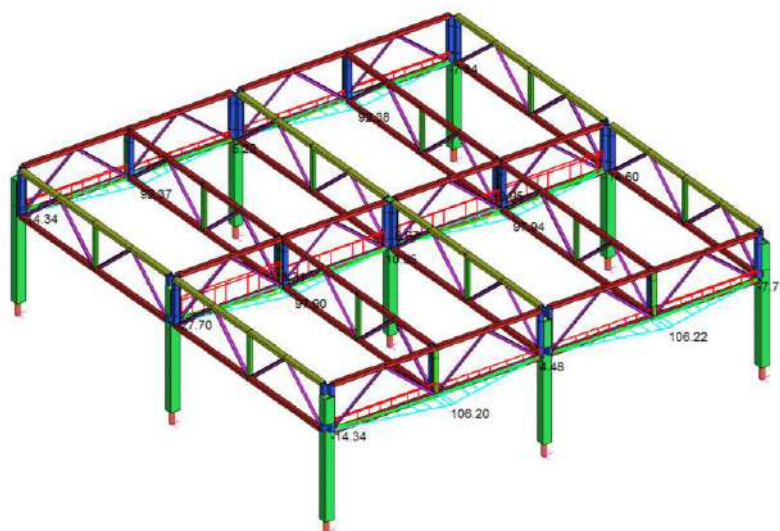
Trazione	$N_{pl,Rd}$	45.0 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	13.0 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	515.1 kNm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	607.8 kNm

Luce netta della asta	l	960 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	960 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	101055 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.68
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.73

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-31.55 kN
--------------------------------	------------	------------------

	MIN	MAX
BM1(kN.mm)	-7.13	106.22
	[Bm.189]	[Bm.108]
BM2(kN.mm)	-27.70	38.89
	[Bm.51]	[Bm.51]
Force(kN)	3.85	11.31
	[Bm.32]	[Bm.51]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** **Involuppo** **MIN**

Beam 108

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.000 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.285 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** **Involuppo** **MAX**

Beam 51

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.000 < 1$$

Nd>0

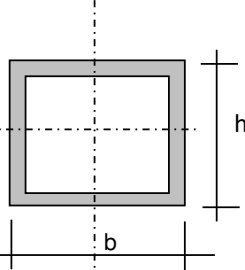
$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.391 < 1$$

9.3.3 Montante laterale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	<i>b</i>	40	<i>mm x h</i>	40	<i>mm x sp.</i>	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	<i>f_{yk}</i>	235	Mpa			
Resistenza Rottura	<i>f_{tk}</i>	360	Mpa			
Coefficiente di snervamento	<i>ε</i>	1.00				
Fattore di forma	<i>d/t</i>	20.0				
Classe della sezione		1				

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	304.00	mm ²	
Momento d'inerzia asse forte	I_x	73365.33	mm ⁴	
Momento d'inerzia asse debole	I_y	73365.33	mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	15.53	mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	15.53	mm	
Modulo elastico asse forte	W_{ex}	3668.27	mm ³	
Modulo elastico asse debole	W_{ey}	3668.27	mm ³	
Modulo plastico asse forte	W_{px}	4328.55	mm ³	
Modulo plastico asse debole	W_{py}	4328.55	mm ³	
Area resistente a taglio	A_v	152.00	mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

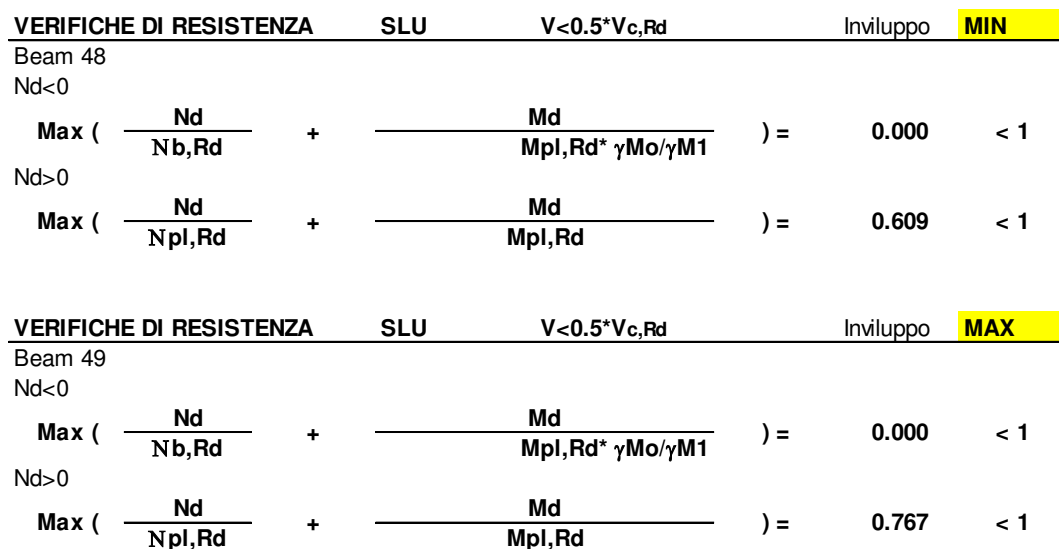
Capacità di resistenza della sezione

Trazione	$N_{pl,Rd}$	68.0 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	19.6 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	821.0 kNm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	968.8 kNm

Luce netta della asta	l	225 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	225 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	2932105 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.16
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	1.02

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-66.41 kN
--------------------------------	------------	------------------



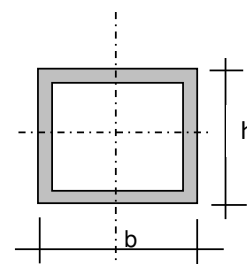
9.3.4 Montante centrale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	b	20	mm x h	40	mm x sp.	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento			f_{yk}	235	Mpa	
Resistenza Rottura			f_{tk}	360	Mpa	
Coefficiente di snervamento			ε	1.00		
Fattore di forma			d/t	20.0		
Classe della sezione				1		

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	224.00 mm ²
Momento d'inerzia asse forte	I_x	44458.67 mm ⁴
Momento d'inerzia asse debole	I_y	14378.67 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	14.09 mm
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	8.01 mm
Modulo elastico asse forte	W_{ex}	2222.93 mm ³
Modulo elastico asse debole	W_{ey}	718.93 mm ³
Modulo plastico asse forte	W_{px}	2623.06 mm ³
Modulo plastico asse debole	W_{py}	848.34 mm ³
Area resistente a taglio	A_v	112.00 mm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

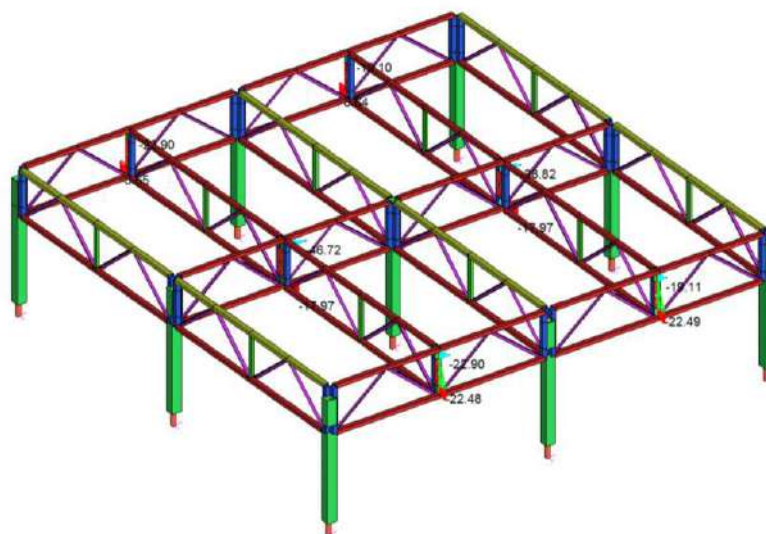
Trazione	$N_{pl,Rd}$	50.1 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	14.5 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	497.5 kNm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	587.1 kNm

Luce netta della asta	l	400 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	400 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	562199 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.31
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.95

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-45.27 kN
--------------------------------	------------	------------------

	MIN	MAX
BM1(kN.mm)	-46.72	12.19
	[Bm.55]	[Bm.327]
BM2(kN.mm)	-22.49	22.49
	[Bm.369]	[Bm.370]
Force(kN)	-17.97	0.24
	[Bm.349]	[Bm.327]



VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MIN
Beam 55				
Nd<0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{b,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}}$	) = 0.000 < 1
Nd>0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{pl,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd}}$	) = 0.084 < 1

VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MAX
Beam 370				
Nd<0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{b,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}}$	) = 0.229 < 1
Nd>0				
Max (	$\frac{N_d}{N_{pl,Rd}}$	+	$\frac{M_d}{M_{pl,Rd}}$	) = 0.000 < 1

9.3.5 Diagonale

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE ANGOLARE (Classe 3)

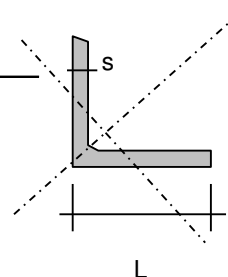
UNI EN 1993-1-3

Denominazione profilo angolare l.uguali
Resistenza caratt. snervamento
Resistenza Rottura
Coefficiente di snervamento
Fattore di forma
Classe della sezione

L **25** mm x sp. **4**
fyk **235** Mpa
ftk **360** Mpa
 ε 1.00
d/t 6.3
3

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	900.00 mm ²
Momento d'inerzia	I _{min}	7700.00 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia	i _x =i _y	2.92 mm
Modulo elastico	W _{emin}	616.0 mm ³
Modulo plastico - non applicab.	W _{px} =W _{py}	616.0 mm ³
Area resistente a taglio	A _v	900.0 mm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

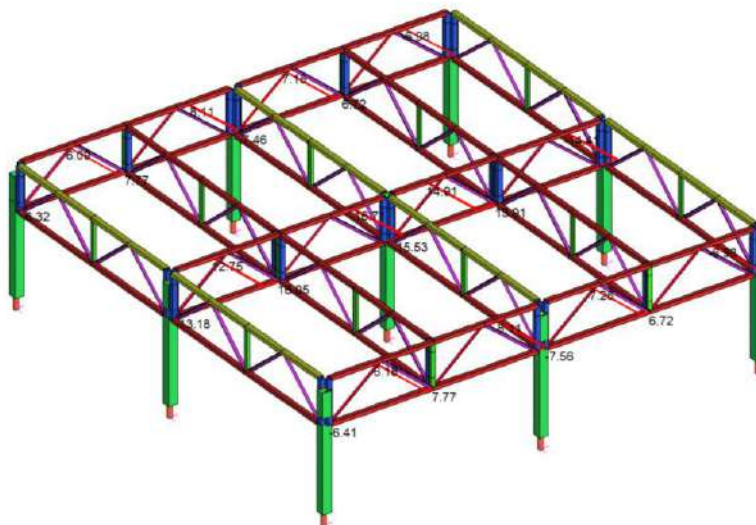
Trazione	N _{el,Rd}	201 kN
Taglio	V _{c,Rd}	116 kN
Flessione al limite elastico	M _{el,Rd}	138 kNmm
Flessione plastica	M _{pl,Rd}	138 kNmm

Luce netta della asta	l	617 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	l _o = $\beta \cdot l$	617 mm
Carico critico euleriano	N _{cr}	40924 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	2.273
Fattore d'imperfezione	α	0.34
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.17

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	N _{b,Rd}	-32 kN
--------------------------------	-------------------	---------------

	MIN	MAX
BM2(kN.mm)	0.00	0.00
	[Bm.37]	[Bm.37]
Force(kN)	-16.71	16.05
	[Bm.61]	[Bm.80]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MIN**

Beam 60

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo/\gamma_{M1}}} \right) = 0.000 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.080 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*V_{c,Rd}** Involuppo **MAX**

Beam 61

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo/\gamma_{M1}}} \right) = 0.523 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

9.3.6 Collegamento (ganci)

VERIFICA A TAGLIO DI SEZIONE CIRCOLARE

Denominazione profilo	TONDO	Φ	14 mm
Resistenza caratt. snervamento		f_{yk}	235 Mpa
Resistenza Rottura		f_{tk}	360 Mpa

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	153.94 mm ²
Monento d'inerzia	I_{min}	1885.74 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia	$i_x=i_y$	3.50 mm
Modulo elastico	W_{min}	269.4 mm ³
Modulo plastico - non applicab.	$W_{px}=W_{py}$	269.4 mm ³
Area resistente a taglio	A_v	153.94 mm ²

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

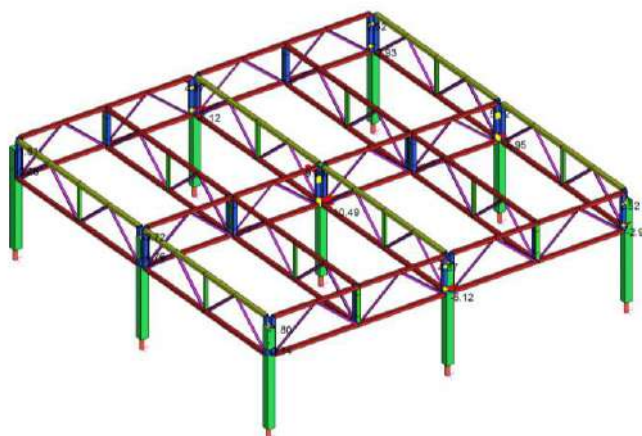
Trazione	$N_{el,Rd}$	34.5 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	19.9 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	60.3 kNmm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	60.3 kNmm

Verifica a taglio

Beam 63

$$\frac{V_d}{V_{c,Rd}} = 0.30 < 1$$

	MIN	MAX
SF1 (kN)	-5.70	5.95
	[Bm: 1.19]	[Bm: 6.3]
SF2 (kN)	-0.13	0.14
	[Bm: 6.2]	[Bm: 1.18]
Force (kN)	-10.49	9.99
	[Bm: 6.3]	[Bm: 6.2]

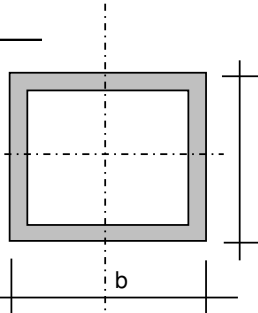


9.4 Montante senza controvento

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	b	80	mm x h	80	mm x sp.	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	fyk	235	Mpa			
Resistenza Rottura	ftk	360	Mpa			
Coefficiente di snervamento	ε	1.00				
Fattore di forma	d/t	40.0				
Classe della sezione		1				

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	624.00	mm ²	
Momento d'inerzia asse forte	Ix	633152.00	mm ⁴	
Momento d'inerzia asse debole	Iy	633152.00	mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debo	ix	31.85	mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	iy	31.85	mm	
Modulo elastico asse forte	Wex	15828.80	mm ³	
Modulo elastico asse debole	Wey	15828.80	mm ³	
Modulo plastico asse forte	Wpx	18677.98	mm ³	
Modulo plastico asse debole	Wpy	18677.98	mm ³	
Area resistente a taglio	Av	312.00	mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

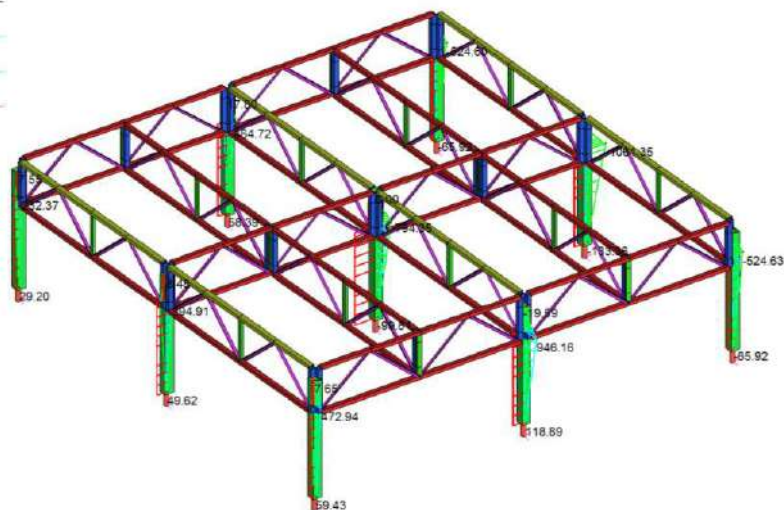
Trazione	Npl,Rd	139.7	kN
Taglio	Vc,Rd	40.3	kN
Flessione al limite elastico	MeI,Rd	3542.6	kNmm
Flessione plastica	Mpl,Rd	4180.3	kNmm

Luce netta della asta	l	835	mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	2	
Luce libera inflessione dell'asta	lo = $\beta \cdot l$	1670	mm
Carico critico euleriano	Ncr	459334	N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.57	
Fattore d'imperfezione	α	0.49	
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.81	

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	Nb,Rd	-107.44	kN
--------------------------------	-------	----------------	----

	MIN	MAX
BM1(kN.mm)	-240.71	946.16
	[Bm.226]	[Bm.92]
BM2(kN.mm)	-1081.35	358.43
	[Bm.162]	[Bm.89]
Force(kN)	-38.29	0.00
	[Bm.95]	[Bm.96]



VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*Vc,Rd** Involuppo **MIN**

Beam 95

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.537 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA **SLU** **V<0.5*Vc,Rd** Involuppo **MAX**

Beam 162

Nd<0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.415 < 1$$

Nd>0

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

9.4.1 Base di appoggio

VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE

Basi dei vitoni regolabili	L	10 cm
Area di appoggio	A	100 cm ²
Carico normale max	Nmax	38.2 kN
Tensione max di contatto	N/A	3.82 Mpa

Tensione nel terreno tenendo conto di una platea di spessore dato con ipotesi di ripartizione a 45°

Spessore cm	Arip cm ²	σ_t Mpa
5	400	95.6
10	900	42.5
15	1600	23.9
20	2500	15.3
25	3600	10.6
30	4900	7.8

E' sufficiente pertanto un massetto di spessore 20 cm per avere tensioni circa pari a 15 Mpa sul terreno (con il palco a pieno carico e azioni orizzontali).

9.4.2 Vitone

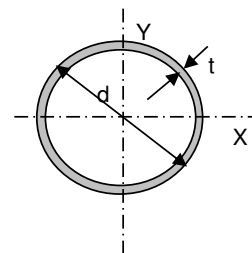
VITONE REGOLABILE

UNI EN 1993-1-3

Denominazione profilo	Tubolare	diametro	38 mm x sp.	6
Resistenza caratt. snervamento		f_{yk}	235 Mpa	
Resistenza Rottura		f_{tk}	360 Mpa	
Coefficiente di snervamento		ε	1.00	
Fattore di forma		d/t	6.3	
Classe della sezione			1	

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	6.03 cm ²
Momento d'inerzia	$I_x = I_y$	7.99 cm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia	$i_x = i_y$	1.15 cm
Modulo elastico	$W_{ex} = W_{ey}$	4.2 cm ³
Modulo plastico	$W_{px} = W_{py}$	6.2 cm ³
Area resistente a taglio	A_v	3.8 cm ²

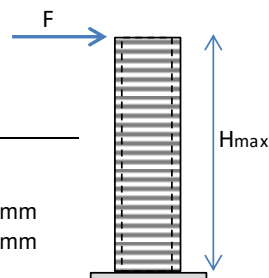


Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

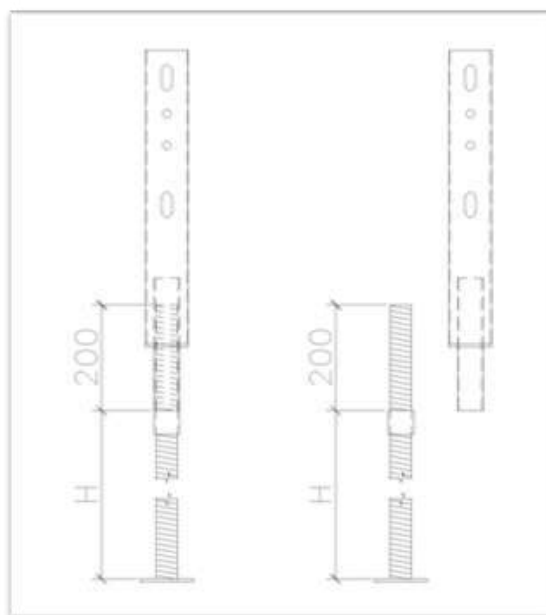
Trazione	$N_{pl,Rd}$	13.5 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	5.0 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	941.4 kNmm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	1391.2 kNmm



Forza di taglio F

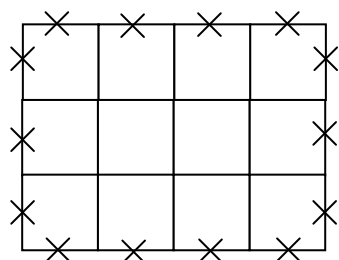
Carico di superficie	q	6.0 kN/mq
Forza assiale	N	25 kN
Forza di taglio (10%N)	F	2.5 kN

Altezza libera massima H_{max} **360 mm**



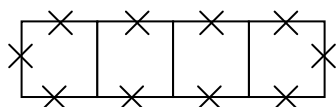
9.5 Montante con controvento

Per le tipologie di palchi avente forma compatta (v. es. riportato di seguito - 6 m x 8 m) e avente i pilastri più lunghi di 134 cm necessitano di controventatura verticale su tutte le campate del perimetro esterno.

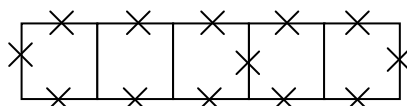


X controvento

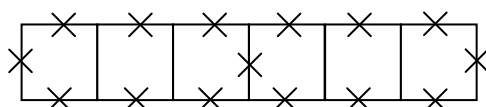
Per i palchi la cui geometria si sviluppa principalmente in una direzione (es. 2 m x 10 m, 2 m x 12 m) è necessario inserire un campo o più campi di controventi intermedi nella direzione trasversale (v. es. di seguito riportati).



2 m x 8m



2 m x 10 m



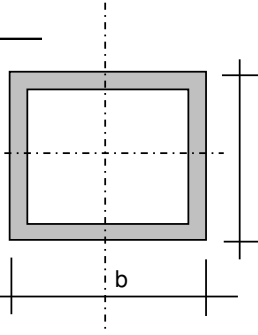
2 m x 12 m

9.5.1 Montante

VERIFICA A FLESSIONE E SFORZO NORMALE DI SEZIONE TUBOLARE (Classe 1)

UNI EN 1993-1-3						
Denominazione profilo	<i>b</i>	80	<i>mm x h</i>	80	<i>mm x sp.</i>	2
Tubolare (formato a freddo)						
Resistenza caratt. snervamento	<i>f_{yk}</i>	235	Mpa			
Resistenza Rottura	<i>f_{tk}</i>	360	Mpa			
Coefficiente di snervamento	ε	1.00				
Fattore di forma	<i>d/t</i>	40.0				
Classe della sezione		1				

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	624.00	mm ²	
Momento d'inerzia asse forte	I_x	633152.00	mm ⁴	
Momento d'inerzia asse debole	I_y	633152.00	mm ⁴	
Raggio giratorio d'inerzia asse debole	i_x	31.85	mm	
Raggio giratorio d'inerzia asse forte	i_y	31.85	mm	
Modulo elastico asse forte	W_{ex}	15828.80	mm ³	
Modulo elastico asse debole	W_{ey}	15828.80	mm ³	
Modulo plastico asse forte	W_{px}	18677.98	mm ³	
Modulo plastico asse debole	W_{py}	18677.98	mm ³	
Area resistente a taglio	A_v	312.00	mm ²	

Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

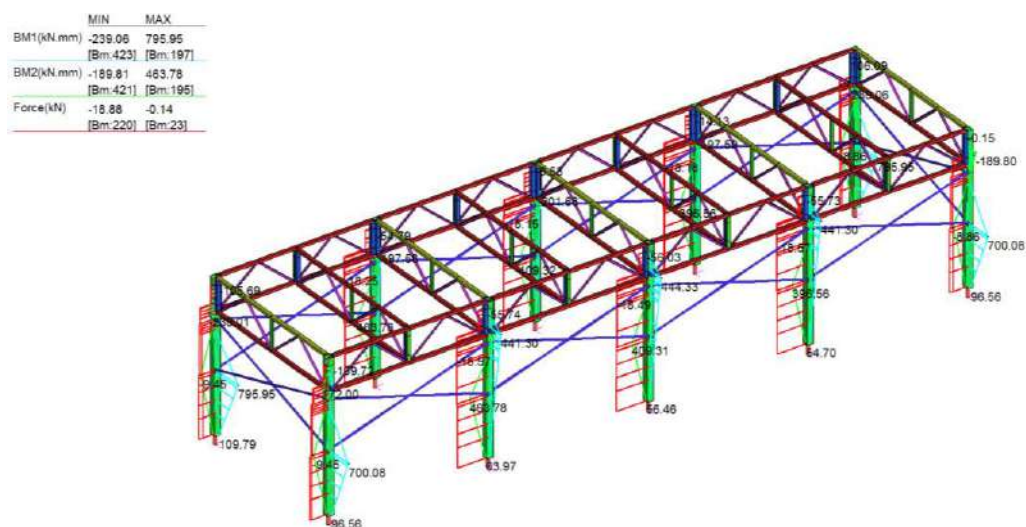
Capacità di resistenza della sezione

Trazione	$N_{pl,Rd}$	139.7 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	40.3 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	3542.6 kNm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	4180.3 kNm

Luce netta della asta	l	1350 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	2
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	2700 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	175725 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	0.91
Fattore d'imperfezione	α	0.49
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.59

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	-78.86 kN
--------------------------------	------------	------------------



VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MIN
Beam 197				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.275 < 1$$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

VERIFICHE DI RESISTENZA	SLU	V<0.5*V _{c,Rd}	Involuppo	MAX
Beam 220				
Nd<0				

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{b,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd} * \gamma_{Mo}/\gamma_{M1}} \right) = 0.330 < 1$$

$$\text{Max} \left(\frac{N_d}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_d}{M_{pl,Rd}} \right) = 0.000 < 1$$

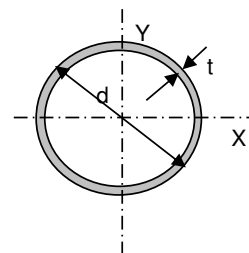
9.5.2 Controvento

CONTROVENTO

		UNI EN 1993-1-3	
Denominazione profilo	Tubolare	diametro	27 mm x sp. 2
Resistenza caratt. snervamento		f_{yk}	235 Mpa
Resistenza Rottura		f_{tk}	360 Mpa
Coefficiente di snervamento		ε	1.00
Fattore di forma		d/t	13.5
Classe della sezione			1

Parametri geomeccanici

Area sezione trasversale	A	1.57 cm ²
Momento d'inerzia	$I_x = I_y$	1.24 cm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia	$i_x = i_y$	0.89 cm
Modulo elastico	$W_{ex} = W_{ey}$	0.9 cm ³
Modulo plastico	$W_{px} = W_{py}$	1.3 cm ³
Area resistente a taglio	A_v	1.0 cm ²



Coefficienti parziali

Resistenza delle sezioni	γ_{M0}	1.05
Resistenza all'instabilità	γ_{M1}	1.10
Resistenza a rottura della sezione netta	γ_{M2}	1.25

Capacità di resistenza della sezione

Trazione	$N_{pl,Rd}$	35.2 kN
Taglio	$V_{c,Rd}$	1.3 kN
Flessione al limite elastico	$M_{el,Rd}$	204.8 kNmm
Flessione plastica	$M_{pl,Rd}$	280.4 kNmm

Luce netta della asta	l	2100 mm
Coefficiente di vincolo nel piano d'infless.	β	1
Luce libera inflessione dell'asta	$l_0 = \beta \cdot l$	2100 mm
Carico critico euleriano	N_{cr}	5666 N
Snellezza adimensionale	λ/λ_c	2.55
Fattore d'imperfezione	α	0.21
Fattore di riduzione per instabilità	χ	0.14

Capacità di resistenza della sezione all'instabilità

Sforzo assiale di compressione	$N_{b,Rd}$	4.73 kN
--------------------------------	------------	---------

Sforzo normale massimo di compressione	N_{sd}	4.5 kN
--	----------	--------

$$\frac{N_{sd}}{N_{pl,Rd}} = 0.94 > 1$$

M/M_{max}
Forze(kN): -2.23 2.76
[0m;452] [5m;4811]

