



## Comune di Isola del Cantone

STUDIO TECNICO ASSOCIATO  
ING. SERGIO BRIZZOLARA & ING. STEFANO STURLA  
via Cap. Renato Orsi, 31/20  
16043 Chiavari (GE)  
P.I.V.A. e C.F.: 01455710994  
☎ +39 0185 370127  
☎ +39 0185 368280  
✉ b3s@b3s.it – b3s@pec.b3s.it  
dott. ing. Sergio Brizzolara  
dott. ing. Stefano Sturla



*intervento di demolizione del ponte esistente, successiva costruzione  
di nuovo ponte sul torrente Vobbia per collegamento  
alla frazione Noceto e relativi raccordi arginali a monte  
e valle del ponte medesimo per entrambe le sponde*

### **PROGETTO ESECUTIVO**

(D.Lgs. n° 36/2023 – art. 41 + allegato I.7)

– CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

TAV. **D-04**

SCALA

STABS 1056

			<u>il Responsabile del Procedimento</u>
01	30 ottobre 2025	verifica progetto	
	ottobre 2025	prima emissione	
REV.	data	motivazione	

## INDICE

1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	5
3	INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO .....	7
4	MATERIALI.....	11
5	CLASSE DI ESECUZIONE DELLE STRUTTURE.....	16
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	17
7	AZIONI SULLE COSTRUZIONI .....	25
7.1	AZIONI PERMANENTI "G".....	25
7.2	AZIONI ACCIDENTALI TRAFFICO.....	25
7.3	CARICO VENTO "V".....	26
7.4	AZIONE SISMICA "E" .....	28
7.5	AZIONE DELLA TEMPERATURA .....	29
8	CARICO ACCIDENTALE MEZZI A FATICA .....	30
8.1	TRAVI IN ACCIAIO.....	32
8.2	CONNETTORI A TAGLIO.....	39
9	EFFETTI DOVUTI AL RITIRO.....	41
9.1	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI RITIRO.....	41
9.2	EFFETTI REOLOGICI.....	41
9.3	FATICA.....	43
10	STATI LIMITE - COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	44
11	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....	48
11.1	IPOTESI ANALISI SISMICA.....	48
11.2	DESCRIZIONE CASI DI CARICO .....	49
11.3	DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO .....	49
11.4	SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-PERMANENTI G1 (NO PIANO RIGIDO):..	63
11.5	SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-PERMANENTI G1+G2 (PIANO RIGIDO): ..	65
11.6	SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-SLU/SLV (PIANO RIGIDO): .....	66
11.7	RISULTATI ANALISI SISMICA .....	85
12	REAZIONI E SPOSTAMENTI AGLI APPOGGI .....	87
13	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....	91
13.1	VERIFICA ASTE IN ACCIAIO- ELEMENTI LINEARI .....	94
13.2	VERIFICA STABILITÀ ANIMA SECONDO EN 1993-5.....	95
13.3	VERIFICA SOLETTA MISTA ACCIAIO-C.A - NTC 2018 ed EN1994-1-1 .....	97
13.4	STATICA LOCALE DELLA SOLETTA.....	98
14	VERIFICA DEFORMAZIONI .....	114
15	VERIFICA COLLEGAMENTI .....	118
15.1	NODO 1 .....	131
15.2	NODO 2.....	138

15.3	NODO 3.....	143
15.4	VERIFICA PARAPETTO .....	144
16	CONCLUSIONI .....	145

## 1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[1] D.M. 17 Gennaio 2018

"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni "

[2] Circolare 21 Gennaio 2019 n°7

"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018"

[3] D.M. 14 Gennaio 2008

"Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni "

[4] Circolare 2 Febbraio 2009 n°617

"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008"

[5] D.G.R. 30 Dicembre 2019 n°6-887 della Regione Piemonte

"O.P.C.M. 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. 21 Maggio 2014, n°65-7656"

[6] UNI EN 1993 - 1 - 1

"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1.1 - Regole generali e regole per gli edifici"

[7] UNI EN 1993 - 1 - 8

"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1.8 - Progettazione dei collegamenti"

[8] UNI EN 1993 - 2

"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio Parte 2 - Ponti di acciaio"

[9] UNI EN 1090

"Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio "

## 2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

In fase di progettazione strutturale, alla luce delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 Gennaio 2018, si sono assunti i parametri di progetto, peculiari delle NUOVE COSTRUZIONI:

### STRUTTURA:

VITA NOMINALE	$V_N = 50$ anni
CLASSE D'USO III	$C_U = 1.5$
PERIODO DI RIFERIMENTO	$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.5 = 75$ anni

### AZIONE SISMICA:

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO	B
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1
ZONA SISMICA DEL SITO	ZONA 3
COORDINATE DEL SITO	Long. 8.970987; Lat. 44.640948
TIPOLOGIA DI COSTRUZIONE	Ponte in acciaio
TIPOLOGIA DI STRUTTURA	Struttura in carpenteria metallica e CA

### CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE:

COMPORTAMENTO STRUTTURALE	Non dissipativo
FATTORE DI STRUTTURA	$q = 1$
PROGRAMMA DI CALCOLO	Advance Design 2025 Validato e certificato

### DEFINIZIONE DEL MODELLO DELLA STRUTTURA

Modello F.E.M. realizzato utilizzando elementi Asta (monodimensionali) con sei gradi di libertà per nodo, elementi Barra con tre gradi di libertà per nodo ed elementi bidimensionali con comportamento a piastra con sei gradi di libertà per nodo. Tutti gli elementi finiti sono stati costruiti secondo l'asse dell'elemento strutturale di appartenenza. I carichi e gli eventuali cedimenti o deformazioni impresse vengono applicati su aree di carico opportunamente individuate e ripartiti ai nodi del modello FEM. Attraverso IL PRINCIPIO DEI LAVORI VIRTUALI, si risale agli spostamenti dei nodi stessi sottoposti a carico. L'energia potenziale elastica permette di definire la matrice di rigidezza della struttura in termini quadratici degli spostamenti e quindi di risalire alle forze nodali degli elementi (sollecitazioni). Quando si utilizzano elementi finiti bidimensionali unitamente ad elementi finiti monodimensionali, particolare attenzione va posta in fase di modellazione al fine di evitare il fenomeno del Drilling (Accoppiamento rotazionale) in modo tale da trasferire correttamente le caratteristiche di sollecitazione flettente che, come soprascritto, si definiscono attraverso i termini rotazionali della matrice di rigidezza globale della struttura (es. dalla platea ai pilastri in elevazione e viceversa).

### **ANALISI DINAMICA**

Il metodo utilizzato nel presente progetto è l'analisi lineare dinamica volta a determinare gli effetti dell'azione sismica sul manufatto. L'equilibrio è trattato dinamicamente modellando l'azione sismica secondo gli spettri di progetto ottenuti dalle calcolazioni effettuate (v. paragrafo successivo). Le risultanze di calcolo, ai fini dell'analisi modale con spettro di risposta hanno fornito gli autovalori del sistema, ovvero i modi di vibrare della struttura. Alla luce di quanto previsto dalle NTC '18, occorre prendere tutti i modi di vibrare che abbiano almeno il 5% di partecipazione modale (cioè che riescano a coinvolgere durante la vibrazione prevista per quel modo almeno il 5% della massa modale di tutta la struttura) per ottenere almeno l'85% in x e y.

### **VERIFICHE DI RESISTENZA**

Sono state eseguite nei confronti dello Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), appurando che la caratteristica resistente di progetto  $R_d$  fosse superiore alla caratteristica agente di progetto  $E_d$ .

### **VERIFICHE NEI CONFRONTI DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO**

Sono state svolte in termini di contenimento del danno valutando le azioni allo Stato Limite di Danno (SLD) e di mantenimento della funzionalità.

### **3 INDIVIDUAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO**

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica degli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

Advance Design, versione 2025 prodotto, distribuito ed assistito dalla Graitec.

Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows e permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezi, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

#### **GRADO DI AFFIDABILITA' DEL CODICE**

L' affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, come indicato nel paragrafo precedente. La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

#### **MOTIVAZIONE DELLA SCELTA DEL CODICE**

ADVANCE DESIGN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. E' possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

#### **ESAME DEI RISULTATI E CONTROLLI DI VALUTAZIONE DEL MODELLO**

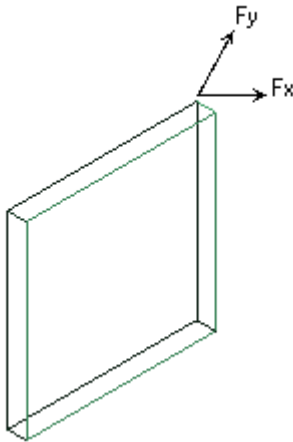
Il modello di calcolo adottato è da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità', le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

#### **GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con calcolazioni di massima eseguite manualmente porta ad confermare la validità dei risultati.

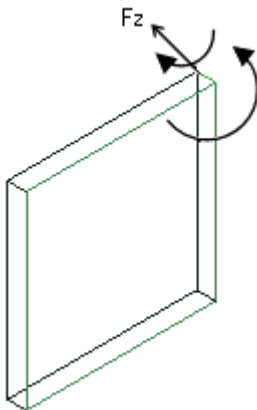
### **SOLLECITAZIONI DI MEMBRANA**

- 2 gdl per nodo:  $T_x$ ,  $T_y$
- Forze consentite:  $F_x$ ,  $F_y$  nel piano dell'elemento



### **SOLLECITAZIONI DI PIASTRA**

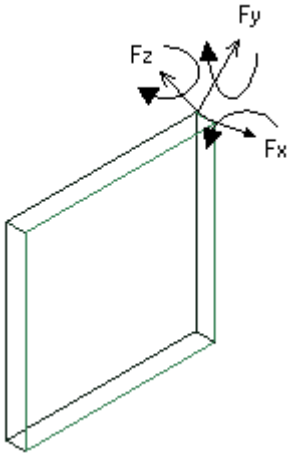
- 3 gdl per nodo:  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$
- Forze consentite: Forze di taglio  $F_z$ , momenti nel piano dell'elemento



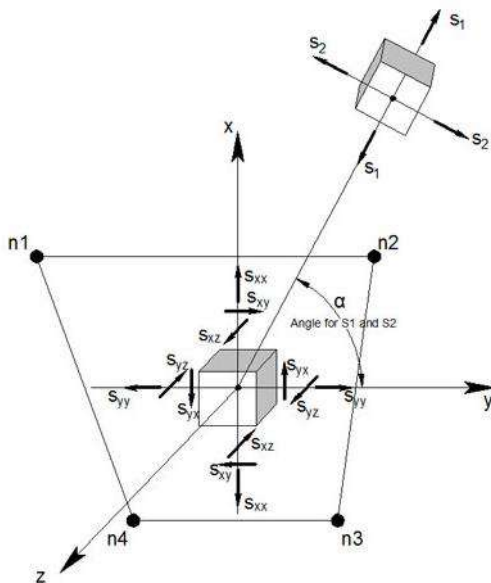
### **SOLLECITAZIONI DI PIASTRA**

- 6 gdl per nodo:  $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$
- Forze consentite:  $F_x$ ,  $F_y$  nel piano dell'elemento, forze di taglio  $F_z$ , momenti nel piano dell'elemento





## TENSIONI NEGLI ELEMENTI BIDIMENSIONALI



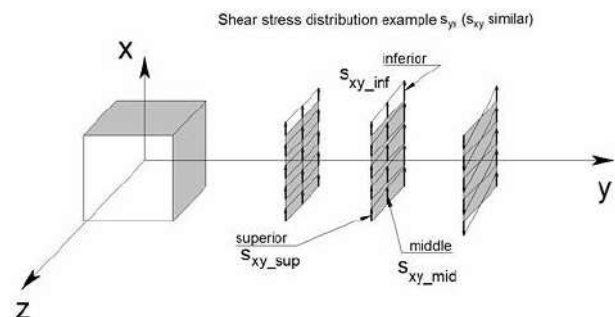
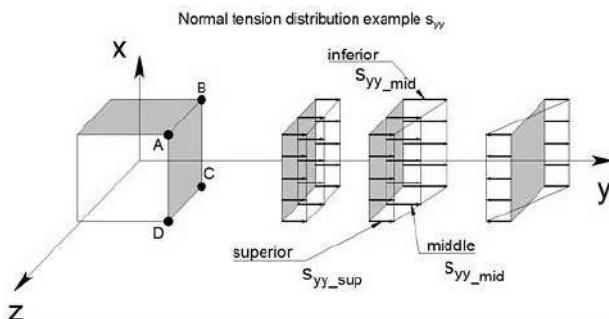
$$s_1 = \frac{s_{xx} + s_{yy}}{2} + \sqrt{\left(\frac{s_{xx} - s_{yy}}{2}\right)^2 + s_{xy}^2}$$

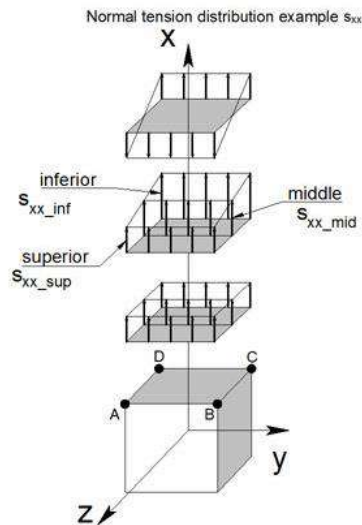
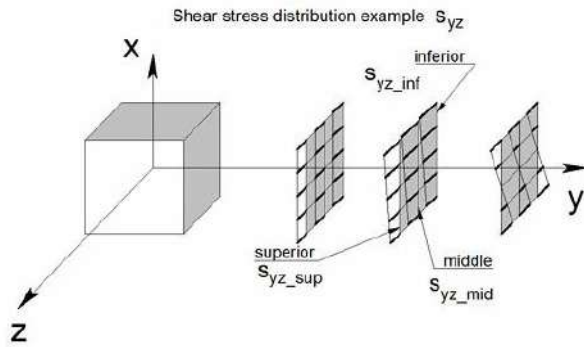
$$s_2 = \frac{s_{xx} + s_{yy}}{2} - \sqrt{\left(\frac{s_{xx} - s_{yy}}{2}\right)^2 + s_{xy}^2}$$

$$\alpha = \arctg \frac{1}{s_{xy}} \left( \frac{s_{yy} - s_{xx}}{2} - \sqrt{\left(\frac{s_{yy} - s_{xx}}{2}\right)^2 + s_{xy}^2} \right), \text{ for } s_{xy} \neq 0$$

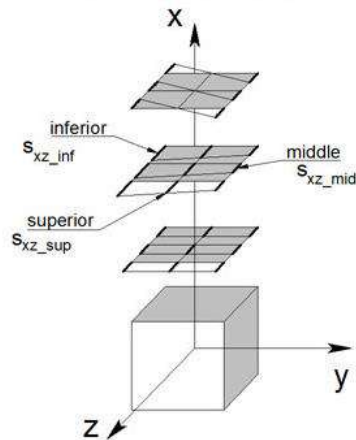
$$\text{for } s_{xx} < s_{yy}, \quad \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{for } s_{xx} \geq s_{yy}, \quad \alpha = 0$$

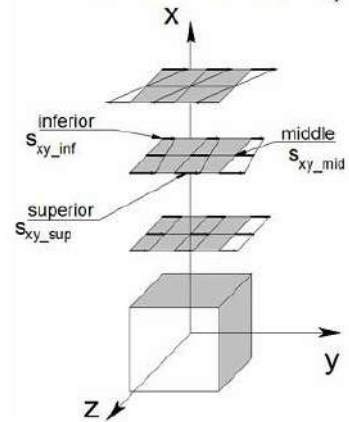




Shear stress distribution example  $s_{xz}$



Shear stress distribution example  $s_{xy}$



Tensione equivalente di Von Mises:

$$s_v = \sqrt{\frac{1}{2} \left( (s_{xx} - s_{yy})^2 + (s_{yy} - s_{zz})^2 + (s_{xx} - s_{zz})^2 + 6(s_{xy}^2 + s_{xz}^2 + s_{yz}^2) \right)}$$

## 4 MATERIALI

### CALCESTRUZZO FONDAZIONI, SPALLE E SOLETTA

Classe di resistenza	C35/45
Classe di consistenza	S4
Classe di esposizione ambientale	XC2 - XC4 - XD3 - XF4
Diametro massimo dell'aggregato	20 mm
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica a 28 gg	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_C = 1,5$
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$acc = 0,85$
Valore di progetto della resistenza a compressione del calcestruzzo	$f_{cd} = acc \cdot f_{ck} / \gamma_C = 19,83 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione del calcestruzzo	$f_{ctm} = 0,30 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3,21 \text{ N/mm}^2$

### ACCIAIO DA ARMATURA

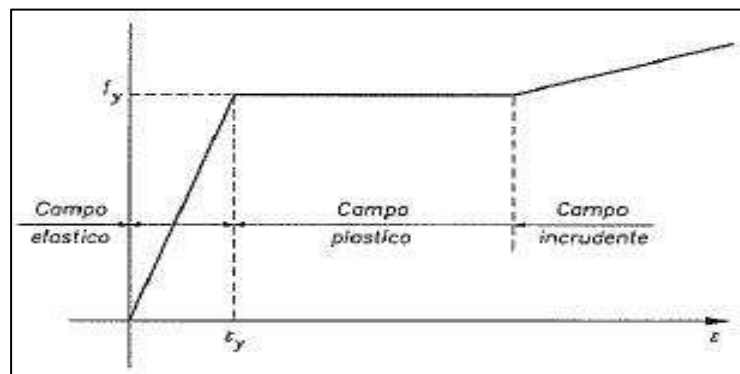
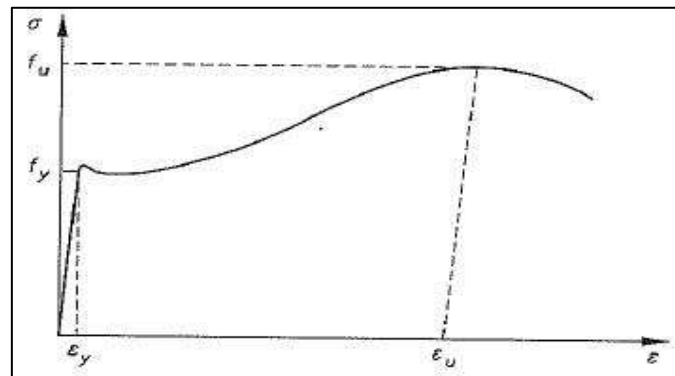
Tipo B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_S = 1,15$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$
Deformazione dell'acciaio ordinario di snervamento	$\epsilon_{syd} = 1,957\%$
Deformazione dell'acciaio ordinario al carico massimo	$\epsilon_{ud} = 10,00\%$
Allungamento totale al carico massimo	$A_{gt} > 7\%$

### ACCIAIO DA CARPENTERIA STRUTTURA PONTE - CORTEN

UNI EN 10025-5	Tipo S 355 W
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_{M0} = 1,05$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = 338,1 \text{ N/mm}^2$

STABS 1056

Modulo di elasticità normale:	$E = 206000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità tangenziale o trasversale:	$G = 78400 \text{ N/mm}^2$
L'EC3, relativamente ai coefficienti del materiale per i calcoli sulle costruzioni metalliche, prescrive i seguenti valori:	
Densità:	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0,3$
Modulo di elasticità normale:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità tangenziale o trasversale:	$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$
Coefficiente di espansione termica lineare:	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$



## GIUNTI BULLONATI

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

Coppia di serraggio per bulloni da precarico a serraggio controllato secondo D.M. 17 Gennaio 2018

## VALORI DELLE COPPIE DI SERRAGGIO DI INSTALLAZIONE PER IL SERRAGGIO CONTROLLATO

La tabella sottostante riassume i valori di precarico previsti con l'utilizzo delle coppie di serraggio degli step 1 e 2.

prospetto 18 Valori della forza nominale minima di precarico  $F_{p,C}$  in [kN]

Classe di proprietà	Diametro del bullone in mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	47	65	88	108	137	170	198	257	314	458
10.9	59	81	110	134	172	212	247	321	393	572

Secondo quanto prescrive la UNI 1090-2, si può ricorrere a uno dei quattro metodi di serraggio indicati dalla tabella successiva (a meno che non siano specificate le restrizioni di utilizzo). La classe  $k$  (allo stato di fornitura secondo la EN 14399) dell'assieme di bulloneria deve essere in conformità al prospetto 19 della norma precedentemente citata.

prospetto 19 Classi  $k$  per i metodi di serraggio

Metodo di serraggio	Classi $k$
Metodo della coppia (vedere punto 8.5.3)	K2
Metodo combinato (vedere punto 8.5.4)	K2 o K1
Metodo di serraggio HRC (vedere punto 8.5.5)	K0 con solo dado HRD o K2
Metodo dell'indicatore di tensione diretta (DTI) (vedere punto 8.5.6)	K2, K1 o K0

Il metodo utilizzato è quello di tipo combinato, ove si è scelto la classe K di tipo K1 o K2.

### METODO DI SERRAGGIO - METODO COMBINATO

Come già anticipato nel paragrafo precedente, il metodo in utilizzo prevede il serraggio mediante due step:

- una prima fase di serraggio, utilizzando un avvitatore che offra un campo di funzionamento adatto. La chiave deve essere impostata a un valore di coppia di circa  $0,75M_{r,i}$  con  $M_{r,i} = M_{r,2}$  o  $M_{r,1}$  oppure  $M_{r,test}$ . Questa prima fase deve essere completata per tutti i bulloni di un collegamento prima dell'inizio della seconda fase. Quando si

prospetto 20 Momento torcente  $0,75 M_{r,1}$  [Nm] per la prima fase del metodo combinato

Classe di proprietà	Diametro del bullone in mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	53	85	132	182	258	351	446	652	886	1548
10.9	67	106	165	227	322	439	557	815	1107	1935

utilizza  $M_{r,1}$ , per la semplificazione si può utilizzare

$0,75 \cdot M_{r,1} = 0,094 \cdot d \cdot F_p, C$  come indicato nel prospetto 20, se non diversamente specificato.

- una seconda fase di serraggio in cui una determinata rotazione della parte è applicata alla parte ruotata dell'assieme, effettuata mediante utilizzo di chiave dinamometrica e

prospetto 21 Rotazione aggiuntiva per la seconda fase del metodo combinato (bulloni 8.8 e 10.9)

Spessore nominale totale "t" dei pezzi da collegare (compresi tutti i pacchi e le rondelle) $d$ = diametro del bullone	Ulteriore rotazione da applicare, durante la seconda fase di serraggio	
	Gradi	Rotazione parziale
$t < 2d$	60	1/6
$2d \leq t < 6d$	90	1/4
$6d \leq t \leq 10d$	120	1/3
Nota Se la superficie sotto la testa o il dado del bullone (tenendo conto delle rondelle coniche, se utilizzate) non è perpendicolare all'asse del bullone, l'angolo di rotazione richiesto dovrebbe essere determinato mediante prova		

moltiplicatore. la seconda fase sarà conforme ai valori del prospetto 21.

## Valori dei coefficienti di sicurezza

Tab. 4.2. XIV - Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni.	
Resistenza dei bulloni	$\gamma_{M2} = 1,25$
Resistenza dei chiodi	
Resistenza delle connessioni a perno	
Resistenza delle saldature a parziale penetrazione e a cordone d'angolo	
Resistenza dei piatti a contatto	
Resistenza a scorrimento: per SLU	$\gamma_{M3} = 1,25$
per SLE	$\gamma_{M3} = 1,10$
Resistenza delle connessioni a perno allo stato limite di esercizio	$\gamma_{M6,ser} = 1,0$
Precarico di bullone ad alta resistenza	$\gamma_{M7} = 1,0$ $\gamma_{M7} = 1,10$
con serraggio controllato	
con serraggio non controllato	

**GIUNTI SALDATI**

Tipo di giunto	Saldature per officine e cantieri		
	EXC1	EXC2	EXC3 <sup>a)</sup>
Saldature di testa trasversali e saldature a penetrazione parziale nei giunti di testa:	0 % <sup>b)</sup>	10%	20%
Saldature di testa trasversali e saldature a penetrazione parziale: - in giunti a croce - in giunti a T	0 % <sup>b)</sup> 0%	10% 5%	20% 10%
Saldature d'angolo trasversali <sup>c)</sup> : con $a > 12 \text{ mm}$ o $t > 30 \text{ mm}$ con $a \leq 12 \text{ mm}$ e $t \leq 30 \text{ mm}$	0% 0%	5% 0%	10% 5%
Saldature longitudinali a piena penetrazione <sup>d)</sup> tra il setto e la flangia superiore dell'intelaiatura della gru	0%	10%	20%
Altre saldature longitudinali <sup>d)</sup> , saldature negli irrigidimenti e saldature specificate nella specifica di esecuzione come in compressione	0%	0%	5%

a) Per EXC4 la percentuale deve essere almeno pari a quella indicata per EXC3.  
b) 10% per le saldature di questo tipo eseguite in acciaio  $\geq S420$ .  
c) I termini  $a$  e  $t$  si riferiscono rispettivamente allo spessore della gola e al materiale più spesso da unire.  
d) Le saldature longitudinali sono quelle eseguite parallelamente all'asse del componente. Tutte le altre sono considerate saldature trasversali.

Tipo di saldatura	Tipo di giunto		
	Giunto di testa	Giunto di testa a T	Giunto a sovrapposizione
Saldatura a cordoni d'angolo			
Saldatura di testa			
Saldatura di testa a penetrazione completa <sup>*)</sup>			
Saldatura di testa a penetrazione parziale <sup>*)</sup>			
Saldatura entro fori			
Saldatura entro scanalature	(vedere le fig. 6.6.3 e 6.6.4)		

\*) Talvolta si possono eseguire le saldature testa a testa senza preparazione dei lembi.



## 5 CLASSE DI ESECUZIONE DELLE STRUTTURE

La classe di esecuzione viene definita dal progettista come un insieme classificato di requisiti specificati per l'esecuzione delle opere nel loro insieme, per un singolo componente o per un dettaglio di un componente.

La scelta della classe di esecuzione di una struttura/componente/dettaglio (EXC1, EXC2, EXC3, o EXC4) viene fatta prima dell'inizio della costruzione e si basa su criteri di affidabilità, sul tipo di struttura/componente/dettaglio e sulla tipologia di carico di progetto, ovvero è un compito del progettista.

Una volta definita la struttura da realizzare, è necessario individuare la Classe di Conseguenza (CC), o in alternativa la Classe di Affidabilità (RC), secondo quanto specificato nella UNI EN 1990 (Appendice B - Differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni):

Prospetto B.1 – Definizione della classe di conseguenze		
Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

Tabella tratta da Prospetto B.1 – UNI EN 1990:2006

Individuata la Classe di Conseguenza o la Classe di Affidabilità, è possibile determinare la Classe di Esecuzione dalla Tabella C.1 della UNI EN 1993-1-1:2014 (Annex C – Selection of execution class):

Table C.1 - Choice of execution class (EXC)		
Reliability Class (RC) or Consequences Class (CC)	Type of loading	
	Static, quasi-static or seismic DCL <sup>a</sup>	Fatigue <sup>b</sup> or seismic DCM or DCH <sup>a</sup>
RC3 or CC3	EXC3 <sup>c</sup>	EXC3
RC2 or CC2	EXC2	EXC3
RC1 or CC1	EXC1	EXC2

<sup>a</sup> Seismic ductility classes are defined in EN 1998-1: Low=DCL; Medium=DCM; High=DCH.

<sup>b</sup> See EN 1993-1-9.

<sup>c</sup> EXC4 may be specify for structures with extreme consequences of structural failure.

Tabella tratta da Table C.1 – UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014

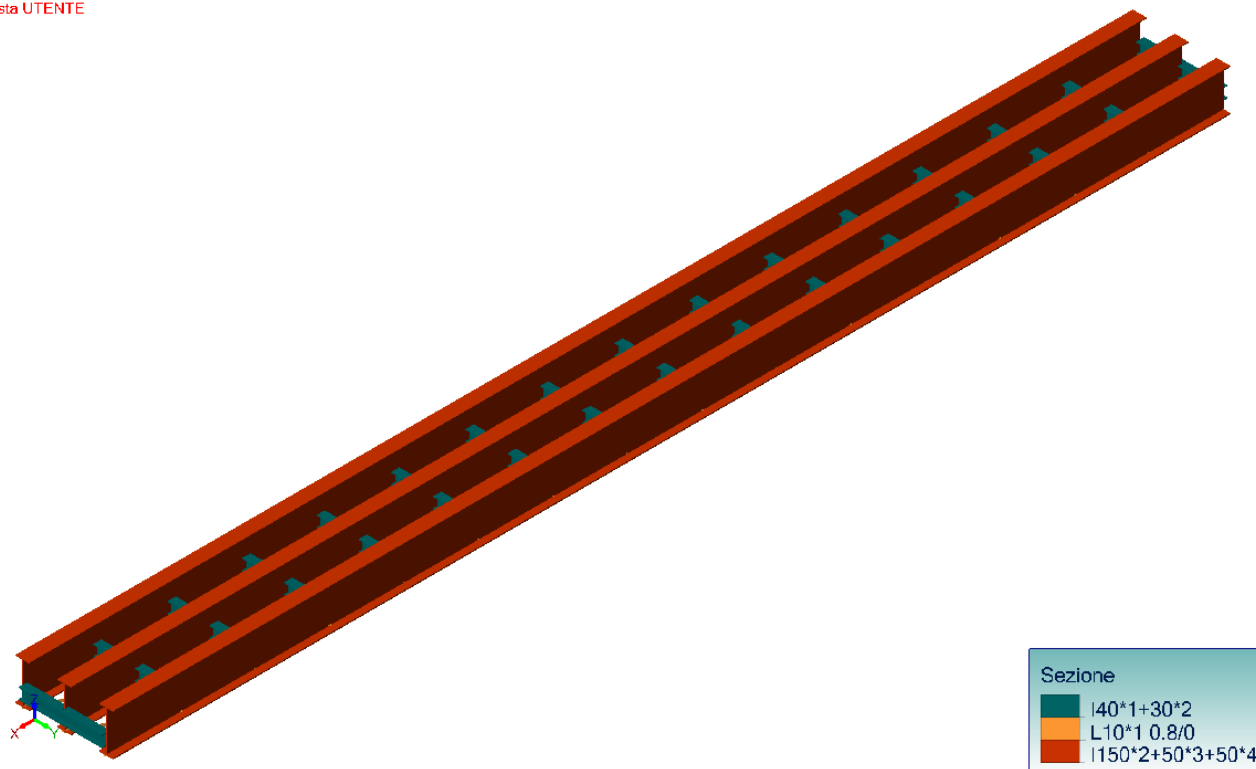
CLASSE DI ESECUZIONE DELLE STRUTTURE CASO IN ESAME: **EXC3**



## 6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente elaborato riguarda il progetto preliminare dell'intervento di nuova costruzione del ponte situato sul torrente Vobbia, sito a Isola del Cantone (GE). Il progetto prevede la demolizione del ponte esistente e ricostruzione di impalcato in Acciaio Corten. Le travi principali a sezione simmetrica aperta hanno dimensione 1500x500mm. Le travi principali sono collegate tra loro da altre travi secondarie 400x300mm e relativi controventi.

Vista UTENTE



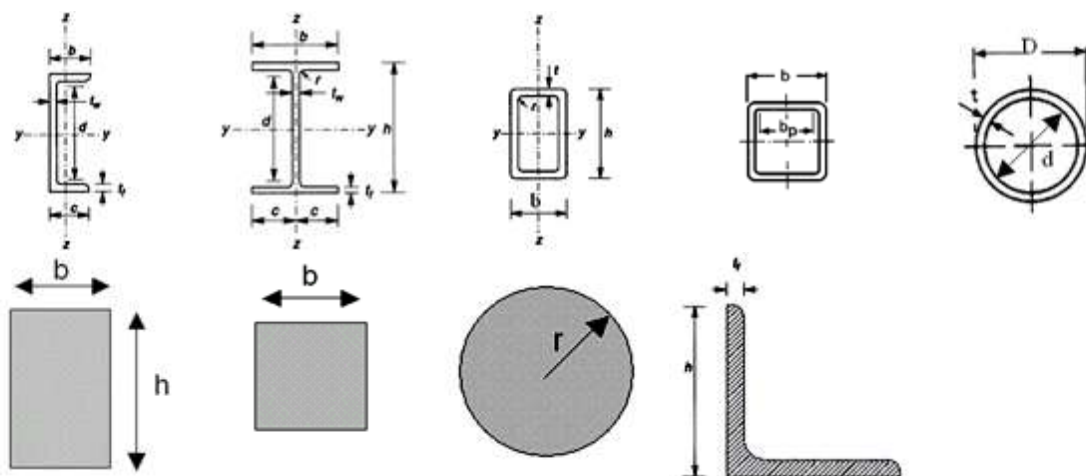
Modello FEM

### Convenzioni:

La convenzione utilizzata dal software per la descrizione delle sezioni è la seguente:

- y: asse debole
- z: asse forte
- h: altezza sezione
- b: larghezza sezione
- tw: spessore anima
- tf: spessore ala
- r: raggio raccordo

- d: altezza della parte destra dell'anima
- $I_y, I_z$ : momento d'inerzia su y e z
- $I_{yz}$ : momento di inerzia composto
- $I_t$ : momento d'inerzia torsionale
- $I_w$ : momento d'inerzia d'ingobbamento
- $W_{elyinf}, W_{elysup}$ : modulo di resistenza a flessione elastico nel lembo superiore / inferiore in y.
- $W_{elyinf}, W_{elysup}$ : modulo di resistenza a flessione elastico nel lembo superiore / inferiore in z.
- $W_{ply}, W_{plz}$ : Modulo della flessione plastica
- $W_t$ : modulo di torsione
- $S_y, S_z$ : area di taglio in direzione y e z



Descrizione elementi lineari							
Nr.	Punti(m)	Materiale	Inizio sezione	Fine sezione	Eccentricità inizio fine(m)(m)(m)(m)	Punto di orientamento angolo(°)	Svincoli inizio fine
1	(0.00, 0.00, 0.00) (40.00, 0.00, 0.00)	S355	I150*2+50*3+50*4	I150*2+50*3+50*4	(0,z+) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
2	(0.00, 3.00, 0.00) (40.00, 3.00, 0.00)	S355	I150*2+50*3+50*4	I150*2+50*3+50*4	(0,z+) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
49	(0.00, 1.50, 0.00) (40.00, 1.50, 0.00)	S355	I150*2+50*3+50*4	I150*2+50*3+50*4	(0,z+) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
3	(40.00, 3.00, 0.00) (40.00, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
4	(37.33, 3.00, 0.00) (37.33, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
5	(34.67, 3.00, 0.00) (34.67, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
6	(32.00, 3.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50	0 0.00	-----

Descrizione elementi lineari							
Nr.	Punti(m)	Materiale	Inizio sezione	Fine sezione	Eccentricità inizio fine(m)(m)(m)(m)	Punto di orientamento angolo(°)	Svincoli inizio fine
	(32.00, 1.50, 0.00)				0.00 0.50		--
7	(29.33, 3.00, 0.00) (29.33, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
8	(26.67, 3.00, 0.00) (26.67, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
9	(24.00, 3.00, 0.00) (24.00, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
10	(21.33, 3.00, 0.00) (21.33, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
11	(18.67, 3.00, 0.00) (18.67, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
12	(16.00, 3.00, 0.00) (16.00, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
13	(13.33, 3.00, 0.00) (13.33, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
14	(10.67, 3.00, 0.00) (10.67, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
15	(8.00, 3.00, 0.00) (8.00, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
16	(5.33, 3.00, 0.00) (5.33, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
17	(2.67, 3.00, 0.00) (2.67, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
18	(0.00, 3.00, 0.00) (0.00, 1.50, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
50	(37.33, 1.50, 0.00) (37.33, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
51	(34.67, 1.50, 0.00) (34.67, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
52	(32.00, 1.50, 0.00) (32.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
53	(29.33, 1.50, 0.00) (29.33, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
54	(26.67, 1.50, 0.00) (26.67, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
55	(24.00, 1.50, 0.00) (24.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
56	(21.33, 1.50, 0.00) (21.33, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
57	(18.67, 1.50, 0.00) (18.67, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
58	(16.00, 1.50, 0.00) (16.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
59	(13.33, 1.50, 0.00) (13.33, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
60	(10.67, 1.50, 0.00) (10.67, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
61	(8.00, 1.50, 0.00) (8.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
62	(5.33, 1.50, 0.00) (5.33, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
63	(2.67, 1.50, 0.00) (2.67, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
64	(0.00, 1.50, 0.00) (0.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
65	(40.00, 1.50, 0.00) (40.00, 0.00, 0.00)	S355	I40*1+30*2	I40*1+30*2	Altri 0.00 0.50 0.00 0.50	0 0.00	----- --
19	(40.00, 3.00, 0.00) (37.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
20	(40.00, -0.00, 0.00) (37.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
66	(40.00, 1.50, 0.00) (37.33, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
67	(40.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00	0 0.00	-----

Descrizione elementi lineari							
Nr.	Punti(m)	Materiale	Inizio sezione	Fine sezione	Eccentricità inizio fine(m)(m)(m)(m)	Punto di orientamento angolo(°)	Svincoli inizio fine
	(37.33, -0.00, 0.00)				0.00 0.00		--
68	(37.33, 3.00, 0.00) (34.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
69	(37.33, -0.00, 0.00) (34.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
70	(37.33, 1.50, 0.00) (34.67, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
71	(37.33, 1.50, 0.00) (34.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
72	(34.67, 3.00, 0.00) (32.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
73	(34.67, -0.00, 0.00) (32.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
74	(34.67, 1.50, 0.00) (32.00, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
75	(34.67, 1.50, 0.00) (32.00, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
76	(32.00, 3.00, 0.00) (29.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
77	(32.00, -0.00, 0.00) (29.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
78	(32.00, 1.50, 0.00) (29.33, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
79	(32.00, 1.50, 0.00) (29.33, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
80	(29.33, 3.00, 0.00) (26.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
81	(29.33, -0.00, 0.00) (26.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
82	(29.33, 1.50, 0.00) (26.67, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
83	(29.33, 1.50, 0.00) (26.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
84	(26.67, 3.00, 0.00) (24.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
85	(26.67, -0.00, 0.00) (24.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
86	(26.67, 1.50, 0.00) (24.00, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
87	(26.67, 1.50, 0.00) (24.00, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
88	(24.00, 3.00, 0.00) (21.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
89	(24.00, -0.00, 0.00) (21.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
90	(24.00, 1.50, 0.00) (21.33, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
91	(24.00, 1.50, 0.00) (21.33, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
92	(21.33, 3.00, 0.00) (18.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
93	(21.33, -0.00,	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz -

Descrizione elementi lineari							
Nr.	Punti(m)	Materiale	Inizio sezione	Fine sezione	Eccentricità inizio fine(m)(m)(m)(m)	Punto di orientamento angolo(°)	Svincoli inizio fine
	0.00) (18.67, 1.50, 0.00)				0.00 0.00		-- Rx Ry Rz
94	(21.33, 1.50, 0.00) (18.67, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
95	(21.33, 1.50, 0.00) (18.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
96	(18.67, 3.00, 0.00) (16.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
97	(18.67, -0.00, 0.00) (16.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
98	(18.67, 1.50, 0.00) (16.00, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
99	(18.67, 1.50, 0.00) (16.00, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
100	(16.00, 3.00, 0.00) (13.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
101	(16.00, -0.00, 0.00) (13.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
102	(16.00, 1.50, 0.00) (13.33, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
103	(16.00, 1.50, 0.00) (13.33, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
104	(13.33, 3.00, 0.00) (10.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
105	(13.33, -0.00, 0.00) (10.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
106	(13.33, 1.50, 0.00) (10.67, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
107	(13.33, 1.50, 0.00) (10.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
108	(10.67, 3.00, 0.00) (8.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
109	(10.67, -0.00, 0.00) (8.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
110	(10.67, 1.50, 0.00) (8.00, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
111	(10.67, 1.50, 0.00) (8.00, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
112	(8.00, 3.00, 0.00) (5.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
113	(8.00, -0.00, 0.00) (5.33, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
114	(8.00, 1.50, 0.00) (5.33, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
115	(8.00, 1.50, 0.00) (5.33, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
116	(5.33, 3.00, 0.00) (2.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
117	(5.33, -0.00, 0.00) (2.67, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
118	(5.33, 1.50, 0.00) (2.67, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
119	(5.33, 1.50, 0.00) (2.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
120	(2.67, 3.00, 0.00) (0.00, 1.50, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz - -- Rx Ry Rz
121	(2.67, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00	0 0.00	--- Rx Ry Rz -

Descrizione elementi lineari							
Nr.	Punti(m)	Materiale	Inizio sezione	Fine sezione	Eccentricità inizio fine(m)(m)(m)(m)	Punto di orientamento angolo(°)	Svincoli inizio fine
	(0.00, 1.50, 0.00)				0.00 0.00		-- Rx Ry Rz
122	(2.67, 1.50, 0.00) (0.00, 3.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --
123	(2.67, 1.50, 0.00) (0.00, -0.00, 0.00)	S355	L10*1 0.8/0	L10*1 0.8/0	(0,0) 0.00 0.00 0.00 0.00	0 0.00	----- --

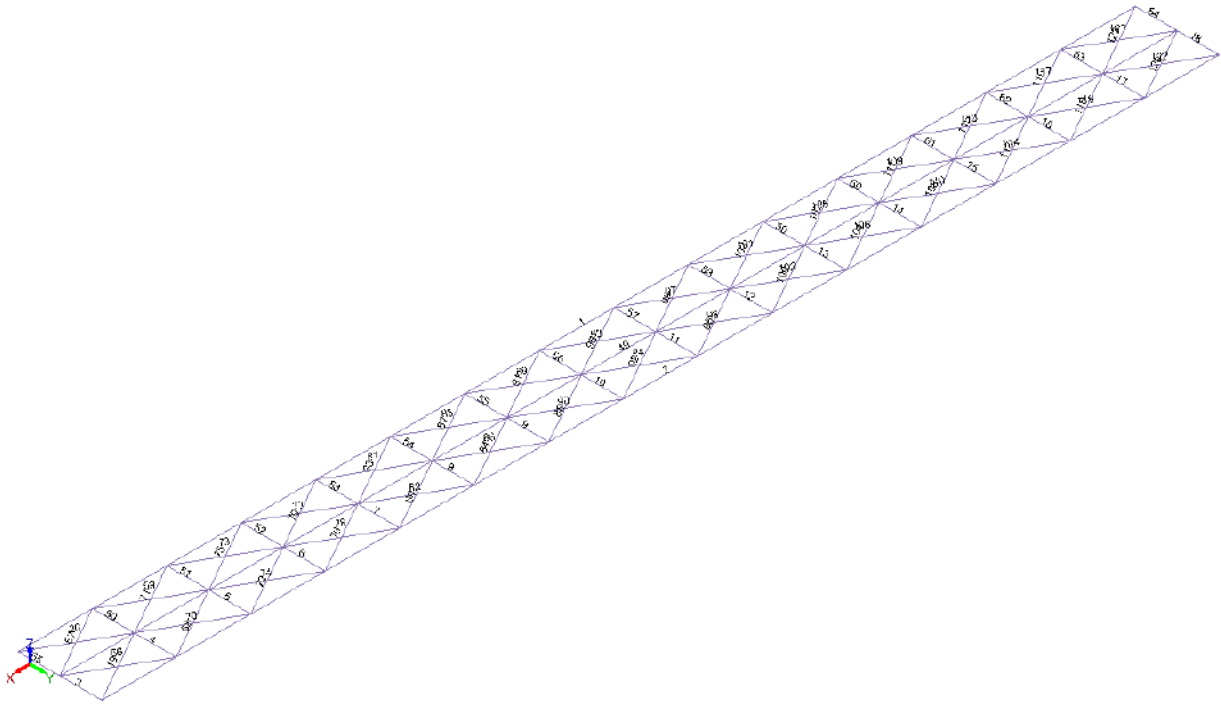
Dimensioni sezioni					
Denominazione	h (cm)	r (cm)	r1 (cm)	t (cm)	disegno
L10*1 0.8/0	10.00	0.80	0.00	1.00	---

Dimensioni sezioni										
Denominazione	b1 (cm)	b2 (cm)	d (cm)	h (cm)	r (cm)	r1 (cm)	tf1 (cm)	tf2 (cm)	tw (cm)	disegno
I150*2+50*3+50*4	50.00	50.00	143.00	150.00	0.00	0.00	3.00	4.00	2.00	---

Dimensioni sezioni								
Denominazione	b (cm)	d (cm)	h (cm)	r (cm)	r1 (cm)	tf (cm)	tw (cm)	disegno
I40*1+30*2	30.00	36.00	40.00	0.00	0.00	2.00	1.00	---

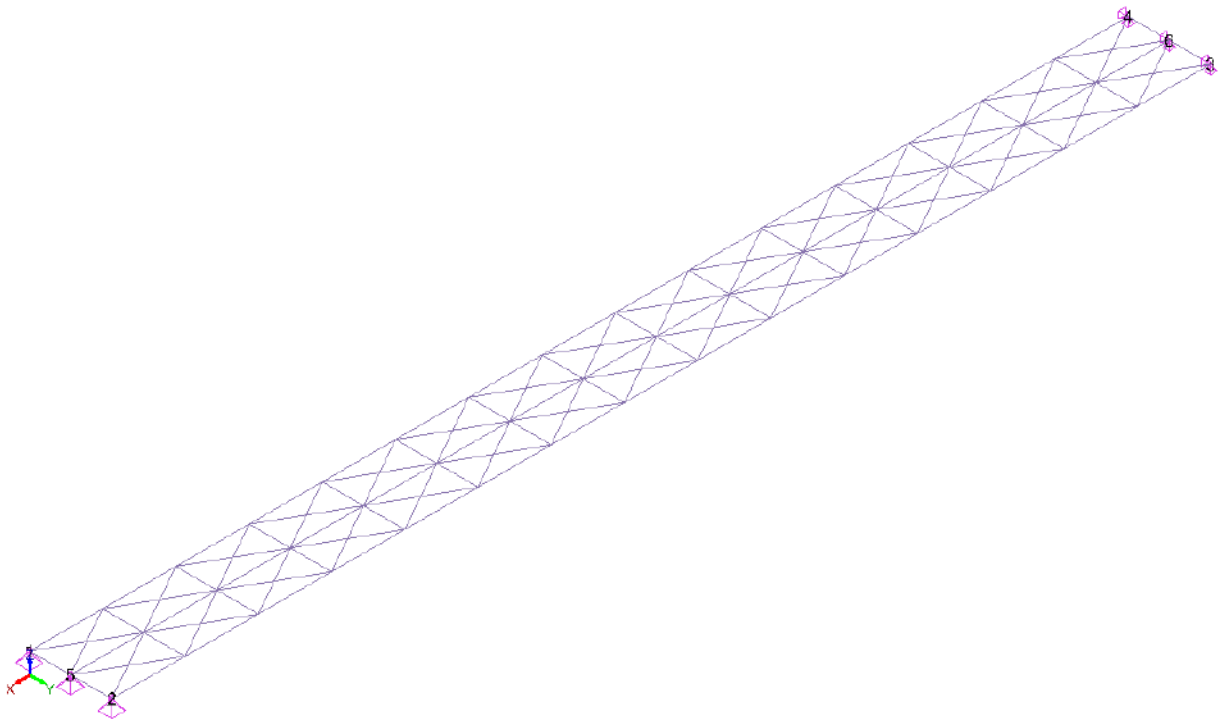
Proprietà sezioni						
Denominazione	A (cm <sup>2</sup> )	Iy Iz Iyz It (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )	Welyinf Welysup Welzinf Welzsup (cm <sup>3</sup> )	Wply Wplz Wt (cm <sup>3</sup> )	Sy (cm <sup>2</sup> )
L10*1 0.8/0	19.14	180.401 180.401 -106.19 6.33333	47.6319	63.1592 25.2532 63.1592 25.2532	45.48 45.48 6.33	8.33 8.33
I150*2+50*3+50*4	636.00	2.34544e+06 73012 0 1864.04	3.83254e+08	33697 29173.5 2920.48 2920.48	35562.00 4518.00 466.01	354.00 293.00
I40*1+30*2	156.00	47248 9003 0 168.339	3.25008e+06	2362.4 2362.4 600.2 600.2	2604.00 909.00 84.17	121.00 38.00

Vista UTENTE



Descrizione dei vincoli puntuali rigidi							
Nr.	Nome	Vincolo interno TX	Vincolo interno TY	Vincolo interno TZ	Vincolo interno RX	Vincolo interno RY	Vincolo interno RZ
1	Vincolo puntuale rigido	Incastro	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero
2	Vincolo puntuale rigido	Incastro	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero
3	Vincolo puntuale rigido	Libero	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero
4	Vincolo puntuale rigido	Libero	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero
5	Vincolo puntuale rigido	Incastro	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero
6	Vincolo puntuale rigido	Libero	Incastro	Incastro	Libero	Libero	Libero

Vista UTENTE





## 7 AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Nel presente capitolo si definiscono le azioni agenti sulla struttura in esame. Esse si suddividono in funzione della variazione della loro intensità del tempo, ovvero:

### 7.1 AZIONI PERMANENTI "G"

Azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo.

Sono azioni permanenti quelle dovute ai seguenti carichi:

- Carico permanente strutturale  $g_1$ 
  - Peso specifico dell'acciaio  
 $78,50 \text{ kN/m}^3$
  - Peso proprio cemento armato  $25 \text{ kN/m}^3$
  - Peso solaio predalles + getto impalcato  $6.25 \text{ kN/m}^2$
- Carichi permanenti non strutturali  $g_2$ 
  - Pavimentazione stradale, cordolo, guardrails  $3,00 \text{ kN/m}^2$
  - Parapetto, panchine, sottoservizi passerelle laterali  $2,00 \text{ kN/m}$

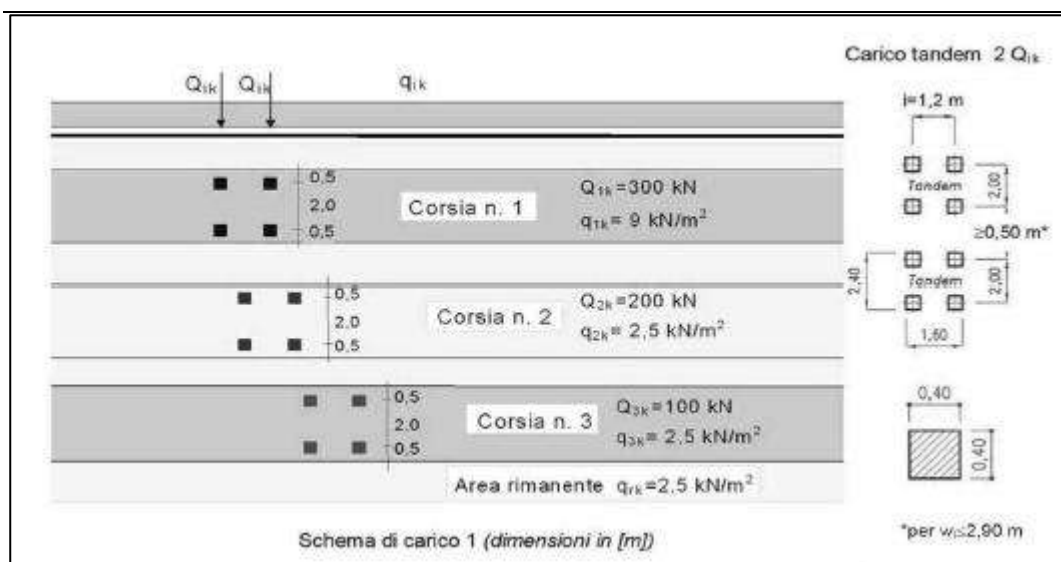
### 7.2 AZIONI ACCIDENTALI TRAFFICO

Azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente differenti fra loro nel tempo. Le azioni variabili del traffico prese in considerazione in sede di analisi strutturale, sono:

- Carico verticale  $q_1$ 
  - Schema di carico 1

Larghezza superficie carrabile  $w = 4 \text{ m}$  (a favore di sicurezza intera larghezza impalcato)

Numero corsie convenzionali  $n = 1$



La divisione delle corsie e la disposizione dei carichi tandem sulla struttura è stata eseguito in modo da massimizzare le sollecitazioni, data la simmetria della stessa le azioni sono state disposte secondo gli schemi di seguito riportati.

- Azione longitudinale di frenamento o accelerazione  $q_3$

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 (2Q_{1k}) + 0,10 q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

$$0,6 \times (2 \times 300) + 0,1 \times 9 \times 3 \times 40 = 468 \text{ kN}$$

$$468 / 40 = 11,7 \text{ kN/m}$$

- Schema di carico Folla  $q_5$

500 kg/mq

### 7.3 CARICO VENTO "V"

Il carico del vento è valutato mediante la seguente espressione:

$$p = q_b C_E C_P C_D$$

dove  $p$  è la pressione del vento,  $q_b$  è la pressione cinetica di riferimento, dipendente dalla velocità di riferimento (ovvero il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni),  $c_e$ ,  $c_p$  e  $c_d$  sono rispettivamente il coefficiente di esposizione, il coefficiente di forma ed il coefficiente dinamico. In base alla tabella 3.3.I delle NTC 2018, considerato che il comune si trova in Zona 7 ad una quota di 298 m s.l.m., si calcolano pertanto:

Caratteristiche vento	
Direzione	Tutte le direzioni
Regione vento	7 - 28 m/s
Valore fondamentale della	28.00 m/s

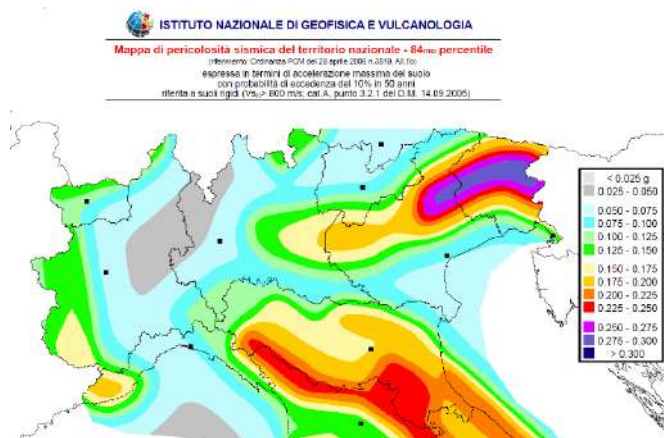
Caratteristiche vento	
velocità di riferimento del vento	
Altitudine	298 m
Coefficiente dinamico Cd	1.00
Categoria di esposizione della zona	II
Coefficiente di topografia	1.00
Pressione cinetica di riferimento	1.39 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	2.84

Larghezza impalcato nella direzione del vento: 5 m

Altezza totale di ingombro dell'impalcato (inclusa sagoma veicoli): 1.5+0.35+3.0=4.85 m

Rapporto  $d / h_{\text{tot}} = 1.03$

## 7.4 AZIONE SISMICA "E"



Mapa di pericolosità Sismica

Per quanto riguarda la modellazione delle azioni sismiche ci si è attenuti al punto S7.2.6 delle NTC. Si è utilizzata un'analisi di tipo lineare, si trascura quindi la non linearità meccanica e geometrica dei materiali che costituiscono la struttura. L'azione sismica è stata modellata attraverso uno spettro di risposta ottenuto seguendo le prescrizioni contenute nel capitolo S3.2 della normativa. In particolare lo spettro di progetto per lo stato limite di esercizio è lo spettro elastico corrispondente alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{vr}$  considerato. Lo spettro di progetto per lo stato limite ultimo è lo spettro elastico corrispondente alla probabilità di superamento ( $P_{vr} = 10\%$ ) considerata, ma con le ordinate ridotte, sostituendo il coefficiente di smorzamento  $\mu$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura determinato precedentemente.

Il metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica è del tipo dinamica modale con uno spettro di risposta conforme alle NTC 2018. Il sistema da analizzare è essere visto come un oscillatore a  $n$  gradi di libertà, di cui vanno individuati i modi propri di vibrazione. Vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti. La risposta viene calcolata separatamente per le due componenti orizzontale e verticale, che saranno poi combinate secondo la seguente espressione, con rotazione dei coefficienti moltiplicativi:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

## 7.5 AZIONE DELLA TEMPERATURA

La temperatura dell'aria esterna,  $T_{est}$ , può assumere il valore  $T_{max}$  o  $T_{min}$ , definite rispettivamente come temperatura massima estiva e minima invernale dell'aria nel sito della costruzione, con riferimento ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di adeguate indagini statistiche basate su dati specifici relativi al sito in esame,  $T_{max}$  o  $T_{min}$  dovranno essere calcolati in base alle espressioni riportate nel seguito, per le varie zone indicate nella Fig. 3.5.1.



Considerando che il sito in esame è collocato nella Zona I ad una quota  $a_s$  pari a 298m s.l.m. i valori di  $T_{max}$  e  $T_{min}$  sono i seguenti:

$$T_{min} = -15 - 4 \cdot \frac{a_s}{1000} = -16.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = 42 - 6 \cdot \frac{a_s}{1000} = +40.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Per le valutazioni strutturali relative all'azione della temperatura si considera un  $\Delta T$ .

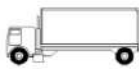




Applicando la legge di dilatazione termica lineare risulta possibile valutare gli allungamenti/accorciamenti che potrà subire la struttura sotto l'azione termica. In particolare, relativamente alla direzione considerata si ottengono i seguenti valori di dilatazione longitudinale:

$$\Delta l_{LONG} = L \cdot \alpha \cdot \Delta T = 40000 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 56.4 = 27 \text{ mm}$$

## 8 CARICO ACCIDENTALE MEZZI A FATICA

Le verifiche a fatica sono state condotte applicando il modello di carico a fatica numero 2 come definito nella tabella 5.1.VII al paragrafo 5.1.4.3 delle NTC 2018 per cui si ha:

Tab. 5.1.VII - Modello di carico di fatica 2 – veicoli frequenti

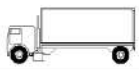




Sagoma del veicolo	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,50	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

### - Verifica a vita illimitata

Le verifiche a fatica per vita illimitata possono essere condotte, per dettagli caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante, controllando che la massima differenza di tensione  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$  indotta nel dettaglio stesso dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica del dettaglio stesso.

Ai fini del calcolo si sono utilizzati il modello di carico di fatica 2, disposto sul ponte nelle due configurazioni che determinano la tensione massima e minima, rispettivamente, nel dettaglio considerato.

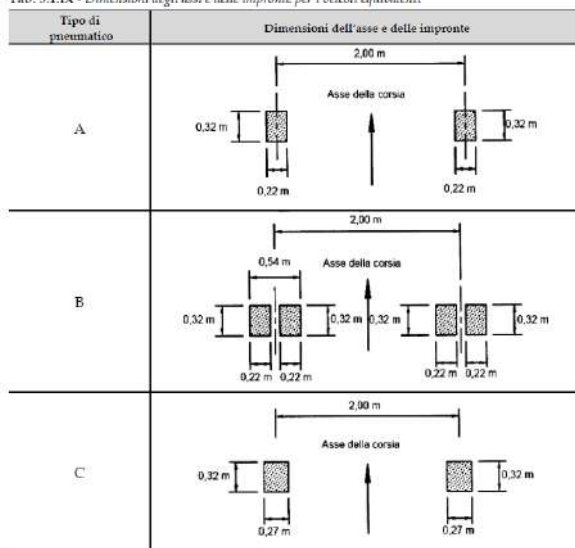
Tab. 5.1.VII - Modello di carico di fatica 2 – veicoli frequenti

Sagoma del veicolo	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,50	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

### - Verifica a danneggiamento

Il metodo consente di valutare l'oscillazione di sforzo in un dato dettaglio strutturale sulla base del singolo transito di uno specifico modello di carico, opportunamente calibrato mediante l'applicazione dei fattori equivalenti di danno, in modo da fornire il medesimo impatto del traffico reale

Tab. 5.1.IX - Dimensioni degli assi e delle impronte per i veicoli equivalenti



Tab. 5.1.VIII - Modello di carico di fatica 4 - veicoli equivalenti

Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1.IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	COMPOSIZIONE DEL TRAFFICO		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0
	A B B B	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0
	A B C C C C	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0

Si ha pertanto:

- Ampiezza escursioni tensioni  $\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$
- Ampiezza equivalente allo spettro di danneggiamento  $\Delta\sigma_{E,2} = \lambda\phi_2\Delta\sigma_p \rightarrow \text{Cicli } 2.0 \times 10^6$

Tab. 5.1.X – Flusso annuo di veicoli pesanti sulla corsia di marcia lenta

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia di marcia lenta
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	2,0x10 <sup>6</sup>
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	0,5x10 <sup>6</sup>
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	0,125x10 <sup>6</sup>
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	0,05x10 <sup>6</sup>

- Fattore equivalente di danno  $\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$

La verifica viene condotta con la seguente disuguaglianza  $\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} \leq \Delta\sigma_{amm}/\gamma_{Mf}$ . In ottemperanza a quanto previsto al C4.2.4.1.4 della NTC2018, si pone:

- $\gamma_{Ff} = 1$
- $\gamma_{Mf} = 1.35$

Il valore dei coefficienti  $\lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$  viene determinato secondo quanto previsto in EN 1993-2 cap. 9 e EN 1994-2 cap. 6.8.6.2 rispettivamente per i dettagli di carpenteria e per le piolature. Per l'individuazione delle caratteristiche distintive la tipologia di traffico ed il modello di carico, si fa riferimento alla NTC 2018 al cap. 5, equivalente a EN 1991-2 cap. 4.6. Con riferimento alla tabella seguente, tratta dalla NTC 2018, o indifferentemente da EN 1991-2, cap. 4.6.1.(3), la strada ospitata dalla struttura in esame viene assunta di categoria 1.

## 8.1 TRAVI IN ACCIAIO

Le verifiche di fatica, con il metodo semplificato dell'intervallo di sforzo equivalente, consistono nell'accertare che

$$\gamma_{Ff} * \Delta\sigma_{E,2} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$$

e

$$\gamma_{Ff} * \Delta\tau_{E,2} \leq \Delta\tau_c / \gamma_{Mf}$$

Dove:

- $\Delta\sigma_{E,2}$  è l'intervallo di sforzo equivalente in termini di danneggiamento relativo a 2 milioni di cicli per le tensioni normali;
- $\Delta\tau_{E,2}$  è l'intervallo di sforzo equivalente in termini di danneggiamento relativo a 2 milioni di cicli per le tensioni tangenziali;
- $\gamma_{Mf}$  è il coefficiente parziale di sicurezza per i carichi di fatica;
- $\Delta\sigma_c$  è il valore di riferimento della resistenza a fatica a 2 milioni di cicli per le tensioni normali (detail category);
- $\Delta\tau_c$  è il valore di riferimento della resistenza a fatica a 2 milioni di cicli per le tensioni tangenziali (detail category);
- $\gamma_{Mf}$  è il coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza a fatica.

Inoltre, nel caso in cui gli intervalli di sforzo equivalente vengono a coesistere è necessario verificare che:



$$\left( \frac{\gamma_{Ff} \Delta \sigma_{E,2}}{\frac{\Delta \sigma_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3 + \left( \frac{\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2}}{\frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}} \right)^3$$

Gli intervalli di sforzo equivalente sono calcolati come:

$$\Delta \sigma_{E,2} = \lambda \phi_2 \Delta \sigma$$

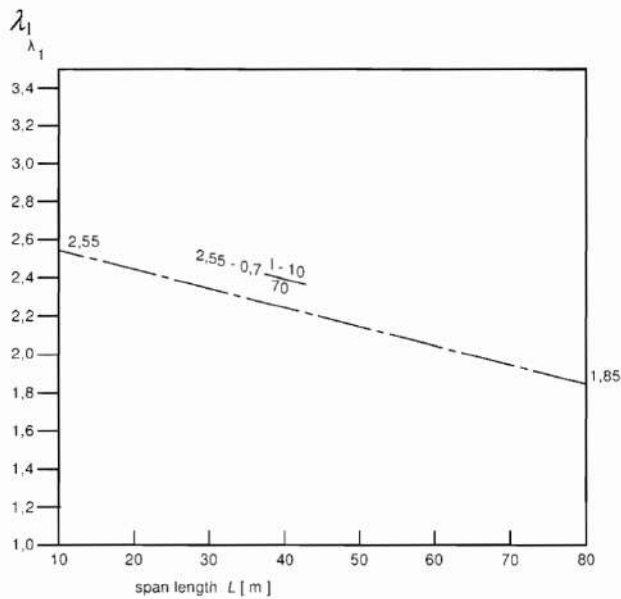
$$\Delta \tau_{E,2} = \lambda \phi_2 \Delta \tau$$

Dove:

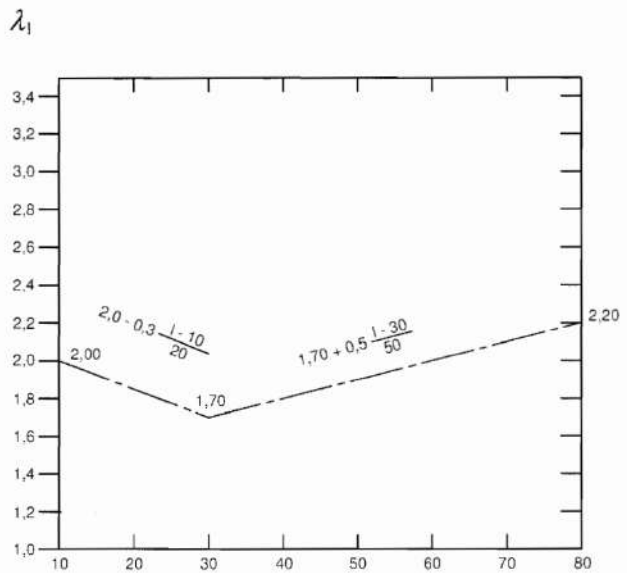
- $\lambda$  fattore di equivalenza del danneggiamento
- $\phi_2$  fattore dinamico

### Coefficiente $\lambda_1$

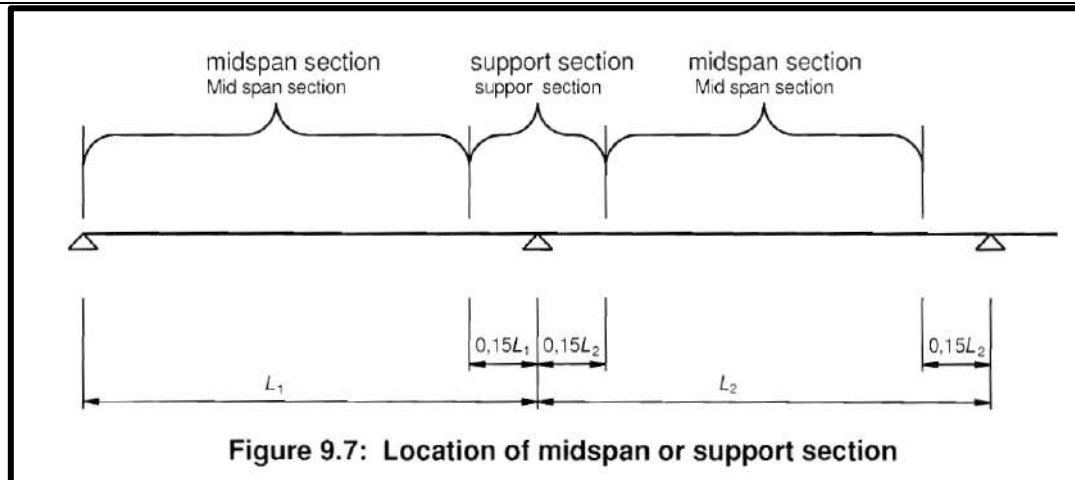
Il coefficiente  $\lambda_1$  dipende dalla lunghezza e tipologia della linea di influenza; per la verifica dei dettagli di carpenteria (connettori esclusi), viene dedotto dai grafici di seguito riportati con riferimento alla luce delle singole campate  $L$ , oppure alla luce media



span length  $L$  [m]  
at midspan



span length  $L$  [m]  
at support



Per la verifica del sistema di connessione (pioli), con riferimento a EN 1994-2, cap. 6.8.6.2(4), si ha invece (valore valido per tutte le sezioni):

$$\lambda_1 = 2.25$$

### Coefficiente $\lambda_2$

Il coefficiente  $\lambda_2$  dipende dalla tipologia e dal volume di traffico; per l'assessment dei dettagli di carpenteria si fa riferimento a EN 1993-2 cap. 9.5.2.(3). Il coefficiente  $\lambda_2$  viene determinato in funzione del flusso atteso di veicoli pesanti ( $N_{Obs}$ ) e dal peso medio degli stessi  $Q_{m1}$  tramite la relazione:

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left( \frac{N_{Obs}}{N_0} \right)^{1/5}$$

Con:

- $N_{Obs} = 0.125 * 10^6$  flusso di modeste intensità
- $N_0 = 0.5 * 10^6$  flusso di riferimento
- $Q_0 = 480 \text{ kN}$
- $Q_i$  è il peso lordo dell'autocarro i-esimo nella corsia lenta

$$Q_{mi} = \left( \frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5} = 490 \text{ kN}$$

- $n_i$  numero di autocarri nella corsia lenta

Si ottiene pertanto:  $\lambda_2 = 1.28$

### Coefficiente $\lambda_3$

Il coefficiente  $\lambda_3$  dipende dalla vita di progetto della struttura; per i dettagli di carpenteria, con riferimento a EN 1993-2 cap. 9.5.2.(5), viene calcolato mediante la relazione:

$$\lambda_3 = \left( \frac{t_{Ld}}{100} \right)^{1/5}$$

Pertanto si ottiene:  $\lambda_3 = 0.94$

### Coefficiente $\lambda_4$

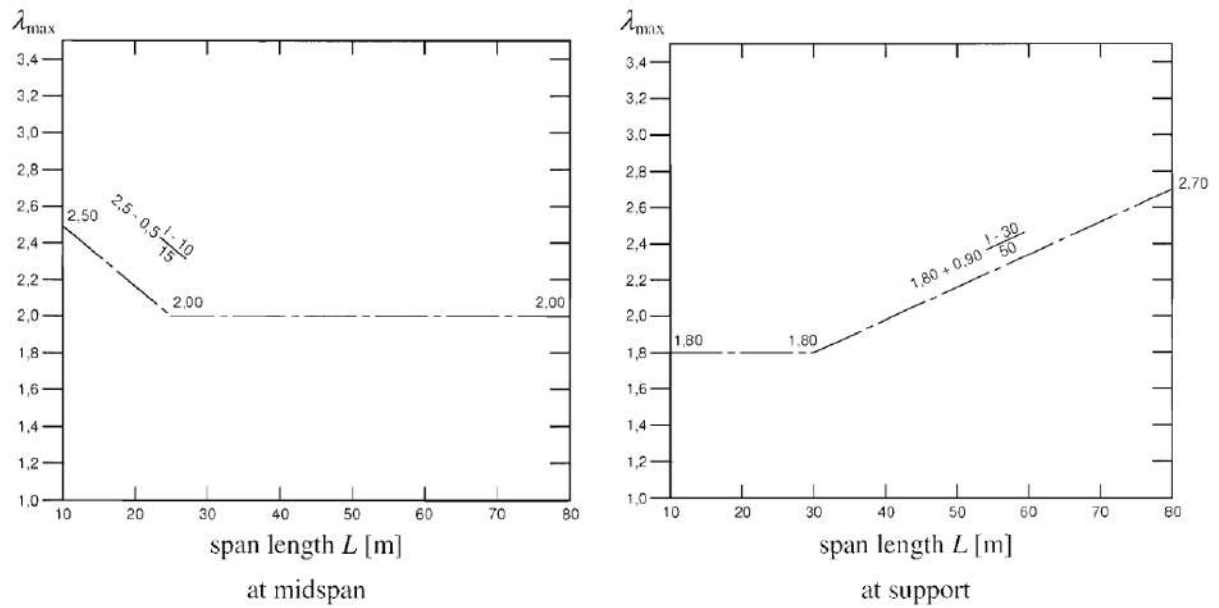
Il coefficiente  $\lambda_4$  dipende dall'organizzazione delle corsie di carico in direzione trasversale, e dalla loro posizione relativa sulla linea di influenza trasversale di ciascuna trave; la formulazione, tratta da EN 1993-2 cap. 9.5.3.(6), prevede:

$$\lambda_4 = \left[ 1 + \frac{N_2}{N_1} \left( \frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \frac{N_3}{N_1} \left( \frac{\eta_3 Q_{m3}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \dots + \frac{N_k}{N_1} \left( \frac{\eta_k Q_{mk}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 \right]^{1/5}$$

Pertanto si ottiene:  $\lambda_4 = 1.00$

### Coefficiente max $\lambda_{max}$

$\lambda = 2.00 \text{ midspan}$



**Figure 9.6:  $\lambda_{max}$  for moments for road bridges**

**Fattore totale  $\lambda$**

$$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4 \leq \lambda_{max} = 2.0 \text{ [midspan]}$$

### Fattore dinamico equivalente di danneggiamento $\phi_2$

Il fattore dinamico equivalente di danneggiamento è stato assunto pari a 1, in quanto l'opera oggetto di studio risulta essere un viadotto stradale. Gli effetti dinamici risultano infatti già considerati calcolo dell'impalcato e della soletta secondo lo schema di carico 2 coerente con la relazione:

$$\phi_2 = 1.3 * \left[ 1 - \frac{D}{26} \right] \geq 1.0$$

dove D è la distanza tra il dettaglio costruttivo in esame e il giunto di espansione (con  $D < 6m$ ).

### Intervalli di variazione degli sforzi di riferimento $\Delta\sigma_p - \Delta\tau_p$

Gli intervalli di variazione degli sforzi di riferimento sono stati valutati come:

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

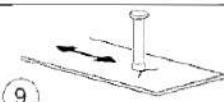
$$\Delta\tau_p = |\tau_{p,max} - \tau_{p,min}|$$

I valori minimi e massimi di tensione normale e tangenziali sono funzione delle combinazioni dei carichi definiti in questo capitolo, §7.

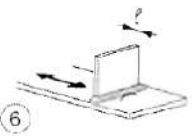
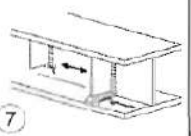
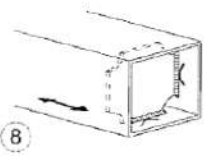
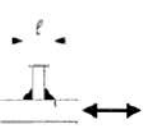
### Valori di riferimento delle resistenze a fatica $\Delta\sigma_c - \Delta\tau_p$

I valori di riferimento della resistenza a fatica sono stati determinati mediante l'utilizzo delle tabelle da 8.1 a 8.9 riportate all'interno dell'EN1993-1-9. Esse forniscono per ogni particolare costruttivo, oltre alla descrizione e i relativi requisiti, un valore numerico il quale definisce la sua categoria di appartenenza. Tale valore, espresso in Mpa, rappresenta il valore di riferimento per la resistenza a fatica a 2 milioni di cicli.

- Flangia superiore con connettori a taglio  $\Delta\sigma_c = 80 \text{ Mpa}$

80		9) The effect of welded shear studs on base material.	
----	---	---	--

- Irrigidimenti trasversali su anime e flange  $\Delta\sigma_c = 80 \text{ Mpa}$

80	$t \leq 50 \text{ mm}$	 	<u>Transverse attachments:</u> 6) Welded to plate. 7) Vertical stiffeners welded to a beam or plate girder.	<u>Details 6) and 7):</u> Ends of welds to be carefully ground to remove any undercut that may be present.
71	$50 < t \leq 80 \text{ mm}$	 	8) Diaphragm of box girders welded to the flange or the web. May not be possible for small hollow sections.  The values are also valid for ring stiffeners.	7) $\Delta\sigma$ to be calculated using principal stresses if the stiffener terminates in the web, see left side.

- Collegamento con i controventi  $\Delta\sigma_c = 40$  Mpa

<div>40</div> <div>As detail 4 in Table 8.4</div>		<div>18) Transverse butt weld at intersecting flanges.</div> <div>19) With transition radius according to Table 8.4, detail 4</div>	<div>Details (18) and (19)</div> <div>The fatigue strength of the continuous component has to be checked with Table 8.4, detail 4 or detail 5.</div>
---	--	---	--

## TRAVI PRINCIPALI E TRAVERSO

### INTERVALLO DI VARIAZIONE DEGLI SFORZI DI RIFERIMENTO

intervallo di variazione dello sforzo di riferimento per le tensioni normali Dsp	20.22 Mpa
'intervallo di variazione dello sforzo di riferimento per le tensioni tangenziali Dtp	12.25 Mpa
valore massimo della tensione normale agente nel dettaglio costruttivo in esame sp,max	138.11 Mpa
valore minimo della tensione normale agente nel dettaglio costruttivo in esame sp,min	117.89 Mpa
valore massimo della tensione tangenziale agente nel dettaglio costruttivo in esame tp,max	19.12 Mpa
valore minimo della tensione tangenziale agente nel dettaglio costruttivo in esame tp,min	6.87 Mpa


Sforzo equivalente per tensioni NORMALI	DsE, 40.4 Mp		
	2	4	a
Coefficiente parziale di sicurezza per i carichi di fatica	gFf	1	-
Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza a fatica	gMf	1.35	-
Sforzo equivalente per tensioni TANGENZIALI	DtE, 24.5 Mp		
	2	0	a
Valore di riferimento della resistenza a fatica a 2 milioni di cicli per le tensioni normali	Dsc	80	Mp a
Valore di riferimento della resistenza a fatica a 2 milioni di cicli per le tensioni tangenziali	Dtc	80	Mp a
Superposition normal and shear stress	0.33	< 1	33 %
verifica fatica-normal stress	40.4 4	< 59.2 6	68 %
verifica fatica-shear stress	24.5 0	< 59.2 6	41 %

## 8.2 CONNETTORI A TAGLIO

Il valore di progetto della resistenza a taglio del singolo connettore è valutato come la ricerca del minimo valore tra la resistenza di collasso per rottura lato acciaio  $P_{Rk,s} = 0.8 * f_u * \left(\frac{\pi d^4}{4}\right)$ , e il valore caratteristico di rottura lato calcestruzzo  $P_{Rk,c} = 0.29 * \alpha * d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}$ . ne consegue che  $P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_v} = 81.66 \text{ kN}$ .

La verifica a fatica è svolta secondo la EN1994-2 secondo cui:  $\gamma_{Ff} \Delta \tau_{E,2} < \frac{\Delta \tau_c}{\gamma_{Mf}}$ .

Dove  $\Delta \tau_c = 90 \text{ Mpa}$

see EN 1994-2 (90 m=8)		Welded stud shear connectors: 10) For composite application	and 5) above. 10) $\Delta \tau$ to be calculated from the nominal cross section of the stud.
------------------------	---	--	---

L'intervallo di sforzo equivalente risulta pari a:

$$\Delta \tau_{E,2} = \lambda_v * \Delta \tau$$

**Coefficiente  $\lambda_{1,v}$**

$\lambda_1 = 1.55$  per ponti stradali

**Coefficiente  $\lambda_{2,v}$**

Il coefficiente è valutato secondo l'equazione

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left( \frac{N_{Obs}}{N_0} \right)^{1/8}$$

$\lambda_2 = 1.15$

**Coefficiente  $\lambda_{3,v}$**

Il coefficiente  $\lambda_{3,v}$  dipende dalla vita di progetto della struttura, viene calcolato mediante la relazione:

$$\lambda_3 = \left( \frac{t_{Ld}}{100} \right)^{\frac{1}{8}}$$

$\lambda_{3,v} = 0.96$

**Coefficiente  $\lambda_{4,v}$**

Il coefficiente è valutato come l'equazione a seguire:

$$\lambda_{v,4} = \left[ 1 + \frac{N_2}{N_1} \left( \frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^8 \right]^{1/8}$$

$\lambda_{4,v} = 1.00$

**Fattore totale  $\lambda_v$**

$$\lambda_v = \lambda_{1,v} * \lambda_{2,v} * \lambda_{3,v} * \lambda_{4,v} = 1.72$$

## INTERVALLO DI VARIAZIONE DEGLI SFORZI DI RIFERIMENTO

intervallo di variazione dello sforzo di riferimento per le tensioni tangenziali	Dtp	31.3
valore massimo della tensione tangenziale agente nel dettaglio costruttivo in esame	tp,ma x	- 81.7
valore minimo della tensione tangenziale agente nel dettaglio costruttivo in esame	tp,min	-113
Coefficiente parziale di sicurezza per i carichi di fatica	gFf	1 -
Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza a fatica	gMf	1.25 -
	DtE,	53.8 Mp
Sforzo equivalente per tensioni TANGENZIALI	2	2 a
Valore di riferimento della resistenza a fatica a 2 milioni di cicli per le tensioni tangenziali	Dtc	Mp 90 a
		53.8 7
verifica fatica-shear stress	2 <	2



## 9 EFFETTI DOVUTI AL RITIRO

### 9.1 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI RITIRO

I parametri relativi alla deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo, come indicato dalle NTC 2018 al paragrafo 11.2.10.6, possono essere valutati sulla base delle seguenti indicazioni:

L 500 cm larghezza impalcato  
 h 25 cm altezza  
 Ac 12500 cmq Area sezione  
 u 550 cm perimetro di contatto  
 h0 45.45 cm dimensione fittizia

### 9.2 EFFETTI REOLOGICI

#### Tempo ed ambiente

ts = 2 gg Età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento.

to = 28 gg Età del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione dei carichi permanenti.

t = 2 gg Età del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione del ritiro.

t = VN = 100 anni = 36.525 gg Età del calcestruzzo in giorni.

RH = 75 % Umidità ambientale relativa, in percentuale.

Rck	45	Mpa	
fck	37.4	Mpa	
fcu	45.4	Mpa	
Ecu	34625.49	Mpa	
Es	210000	Mpa	
ts	2	gg	all'inizio del ritiro
to	28	gg	inizio applicazione carichi
to'	2	gg	applicazione del ritiro
t	100	gg	età del cls
RH	75%	-	umidità relativa
eel			istantaneo
ev			viscose
etot	0		totali
	0		RITIRO
	0		DEFORMAZIONI PERMANENTI E IMPRESSE
j(t,to)			funzione di viscosità
j(t,to)	3.3		RITIRO
j(t,to)	1.8		DEFORMAZIONI PERMANENTI E IMPRESSE
j0			coefficiente nominale di viscosità
j0	6.6		RITIRO
j0	4.0		DEFORMAZIONI PERMANENTI E IMPRESSE
jRH	3.30		coefficiente funzione dell'umidità
b(fcu)	2.49		
b(to)			coefficiente tiene conto dell'età del cls nel momento di

			applicazione del carico
b(t0)	0.8		RITIRO
b(t0)	0.5		PERMANENTE E DEF IMPOSTE
a1	0.87		coefficiente influenza calcolo
a2	0.96		coefficiente influenza calcolo
a3	0.91		coefficiente atto a prendere in conto l'influenza della resistenza del cls
bH	908.70		
bc(t,t0)	0.50		RITIRO
bc(t,t0)	0.46		PERMANENTE E DEF
Ecm(t,t0)		Mpa	modulo elastico convenzionale al tempo t
Ecm(t,t0)	8099.50	Mpa	RITIRO
Ecm(t,t0)	12211.84	Mpa	PERMANENTE E DEF
wL	0.55		coefficiente moltiplicativo - UNI ENV 1994-2
Ecm(t,t0)			
Ecm(t,t0)	12360.70	Mpa	RITIRO
wL	1.1		coefficiente moltiplicativo - UNI ENV 1994-2
Ecm(t,t0)	11469.41	Mpa	PERMANENTE E DEF
wL	1.5		coefficiente moltiplicativo - UNI ENV 1994-2
Ecm(t,t0)	9225.83	Mpa	CEDIMENTI
COEFFICIENTE	DI		
OMOGENIZZAZIONE			
n0	6.06	-	Accidentali
n2	16.99	-	Ritiro
n2	18.31	-	Permanenti
n2	22.76	-	Cedimenti
CALCOLO	DEFORMAZIONI		
TOTALI			
ec0	-0.02846	permille	
h0	454.5	mm	
kh	0.7		eq lineare
	0.7		eq.potenza
ecd,inf	-	permille	deformazione t infinito per RITIRO DA ESSICCAMENTO
	0.020013589		
bds(t,ts)	1		coefficiente sviluppo nel tempo
ecd	-	permille	deformazione per RITIRO DA ESSICCAMENTO
	0.020013589		
eca,inf	-	permille	RITIRO AUTOGENO
	0.000068375		
eca+ecd	-0.020	%	DEFORMAZIONE TOTALE=ESSI + AUTOGENO

## 9.3 FATICA

Le verifiche a fatica sono state eseguite utilizzando la procedura riportata nell'EN1992-1-1 al paragrafo 6.8.7. Essa consiste nell'accertare che:

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0.5 + 0.45 * \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} < 0.9 \text{ per } f_{ck} \leq 50 \text{ Mpa}$$

Dove:

- $\sigma_{c,max}$  è il valore massimo della tensione normale di compressione nella generica fibra, valutata utilizzando la combinazione frequente dei carichi
- $\sigma_{c,min}$  è il valore minimo della tensione normale di compressione, in corrispondenza della stessa fibra in cui è stata valutata. Nel caso essa risulti una tensione di trazione si assume 0
- $f_{cd,fat} = k_1 * \beta_{cc}(t_0) * f_{cd} * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 17.21 \text{ Mpa}$

bcc(t0)	1.28
fcd	19.83 Mpa
fck	37.4 Mpa
fcd,fat	18.28 Mpa
s,max	6.79 Mpa
s,min	0 MPa
s,max/fcd,fat	0.37
0.5+0.45*s,min/fcd,fat	0.5 < 0.9

## 10 STATI LIMITE - COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Una struttura raggiunge uno stato limite quando cessa di svolgere una o tutte le funzioni per le quali è stata progettata, violando così, in parte o completamente, i requisiti di progetto. In base a tale definizione si opera la distinzione tra **stati limite ultimi**, legati alla capacità della struttura di resistere alle azioni di progetto e **stati limite di esercizio**, corrispondenti all'uso ordinario della struttura e della sua durabilità.

Per ogni stato limite individuato occorre definire una combinazione delle azioni gravanti sull'opera, per la quale vanno calcolati i livelli di sollecitazione degli elementi strutturali con i quali verificare i livelli di soddisfazione dei requisiti richiesti.

Allo SLU il valore caratteristico dei carichi agenti sulla struttura viene moltiplicato per il rispettivo coefficiente parziale di sicurezza maggiore di uno, secondo Tab 2.6.I - NTC 18, così come le resistenze dei materiali che vengono divise per un coefficiente parziale di sicurezza maggiore dell'unità in modo da utilizzare un valore inferiore a scopo cautelativo.

Nella combinazione delle azioni vengono inoltre introdotti dei coefficienti di combinazione  $\psi$ , per tener conto della scarsa probabilità che le azioni variabili possano esercitare i loro effetti contemporaneamente con la massima intensità.

Definiti i valori caratteristici delle azioni (analisi dei carichi), le diverse combinazioni delle azioni possono essere rappresentati simbolicamente come segue (simbolo + è sinonimo di "combinato con").

Per i ponti, in accordo al par. 5.1.3.14 delle NTC 2018 le combinazioni di carico devono essere generate secondo i seguenti criteri.

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
Gruppo di azioni	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti pedonali						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

## STATO LIMITE ULTIMO

- in situazioni **persistenti o transitorie** si considerano i valori di calcolo delle azioni dominanti e i valori di combinazione delle altre azioni, per cui si ha:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{K,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_G^* G_{K,j}^* + \gamma_P P_K + \gamma_{Q,1} Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i}$$

nella quale:

$G_{KJ}$ : è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

$G_{KJ}^*$ : è il valore caratteristico delle azioni permanenti di intensità variabile;

$P_K$ : è il valore caratteristico dell'azione di precompressione;

$Q_{K,1}$ : è il valore caratteristico dell'azione variabile dominante;

$\psi_{0,1} Q_{K,J}$ : è il valore di combinazione delle azioni variabili concomitanti con l'azione dominante.

Si generano così delle combinazioni di carico che considerano di volta in volta un'azione variabile come dominante.

- in situazioni **accidentali** si considerano i valori di calcolo delle azioni permanenti combinate con i valori frequenti dell'azione variabile dominante, con valori quasi permanenti delle altre azioni variabili ed il valore di calcolo di un eventuale azione accidentale.

Ne discende un'espressione del seguente tipo:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gi} G_{Kj} + \sum_{j \geq 1} \gamma_G^* G_{K,j}^* + \gamma_P P_K + \gamma_A A_K + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{K,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{K,i}$$

dove

$A_K$  valore caratteristico delle azioni accidentali;

$\psi_{1,1} Q_{K,1}$  valore frequente dell'azione dominante;

$\psi_{2,i} Q_{K,i}$  sono i valori quasi permanenti delle azioni variabili concomitanti con l'azione variabile dominante o con l'azione accidentale.

## STATO LIMITE DI ESERCIZIO

- combinazione rara:

$$\sum_{j \geq 1} G_{KJ} + \sum_{j \geq 1} G_{K,J}^* + P_K + Q_{K,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{K,i}$$

- combinazione frequente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{KJ} + \sum_{j \geq 1} G_{K,J}^* + P_K + \psi_{1,1} \cdot Q_{K,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{K,i}$$

- combinazione quasi permanente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{KJ} + \sum_{j \geq 1} G_{K,J}^* + P_K + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{K,i}$$

## COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA UTILIZZATI NELLE VERICHE

Tab. 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 2}$ , $\gamma_{\varepsilon 3}$ , $\gamma_{\varepsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio 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 validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

## COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Le azioni vengono combinate al fine di individuare la condizione più sfavorevoli per ogni singolo elemento oggetto di verifica. A partire da tali combinazioni si costruiscono gli involuipi delle sollecitazioni. Il

dimensionamento e le verifiche vengono effettuati proprio su questi involuppi, che riportano, sezione per sezione, il massimo ed il minimo valore dell'azione.

#### **COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA PER I MATERIALI - Cap. 11 - NTC '18**

Acciaio per strutture metalliche	$\gamma_M = 1,05$
Acciaio ordinario da armatura	$\gamma_S = 1,15$
Calcestruzzo	$\gamma_C = 1,50$

## 11 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

L'analisi delle sollecitazioni è stata condotta su supporto informatico a mezzo del programma di calcolo Advance Design 2024®. Sono stati modellati gli elementi secondo le caratteristiche geometriche ed i materiali definiti in fase di predimensionamento. Gli stessi sono stati caricati secondo le combinazioni e condizioni di carico utili a massimizzare e minimizzare le caratteristiche di sollecitazione. Tali elementi sono stati caricati secondo le azioni delle diverse combinazioni di carico, ottenendo così le sollecitazioni agenti sulla struttura. Si è quindi passati alle verifiche di resistenza nei confronti dello Stato Limite Ultimo (SLU) e con le sollecitazioni calcolate allo Stato Limite Esercizio (SLE) si sono controllati deformazione ed inflessione.

### 11.1 IPOTESI ANALISI SISMICA

#### Famiglia N° 3 - Sisma NTC 2018\_SLV\_VR 100

##### Sintesi dei dati

Spettro:	Tipo di calcolo
Tipo di terreno:	Zona B
Accelerazione orizzontale al suolo ag/g:	0.122
Fattore di amplificazione F0:	2.454
Periodo Tc*:	0.279
Categoria topografica:	T1
Parametro del terreno (S):	1.20
Periodo T <sub>B</sub> :	0.13 s
Periodo T <sub>C</sub> :	0.40 s
Periodo T <sub>D</sub> :	2.09 s
Coefficiente di importanza (γ <sub>I</sub> ):	1.00
Fattore di struttura:	
- X: 1.000	
- Y: 1.000	
- Z: 1.000	
Modalità residua disponibile:	No
Metodo:	CQC
Segno di risultati:	
- Direzione X (Analisi 12) :	Segno del modo predominante
- Direzione Y (Analisi 13) :	Segno del modo predominante
- Direzione Z (Analisi 14) :	Segno del modo predominante

#### Famiglia N° 5 - Sisma NTC 2018\_SLC

##### Sintesi dei dati

Spettro:	Tipo di calcolo
Tipo di terreno:	Zona B
Accelerazione orizzontale al suolo ag/g:	0.157



Fattore di amplificazione $F_0$ :	2.457
Periodo $T_c^*$ :	0.284
Categoria topografica:	T1
Parametro del terreno (S):	1.20
Periodo $T_B$ :	0.12 s
Periodo $T_C$ :	0.36 s
Periodo $T_D$ :	1.79 s
Coefficiente di importanza ( $\gamma_I$ ):	1.00
Fattore di struttura:	
- X: 1.000	
- Y: 1.000	
- Z: 1.000	
Modalità residua disponibile:	No
Metodo:	CQC
Segno di risultati:	
- Direzione X (Analisi 15) : Segno del modo predominante	
- Direzione Y (Analisi 16) : Segno del modo predominante	
- Direzione Z (Analisi 17) : Segno del modo predominante	

## 11.2 DESCRIZIONE CASI DI CARICO

Elenco famiglie		
Nr.	Denominazione	Elenco casi di carico
1	Carichi Permanenti	1; 2
2	Altri	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11
3	Sisma NTC 2018_SLV_VR 100	12; 13; 14
4	Analisi modale	0
5	Sisma NTC 2018_SLC	15; 16; 17

Nomi dei casi di carico	
Caso n°	Nome
1	G 1
2	G 2
3	Schema 1_pos A
4	Schema 1_Pos B
5	Schema 1_Pos C
6	Schema 5
7	Schema 1_Pos A_acc-fre
8	Schema 1_Pos B_acc-fre
9	Schema 1_Pos C_acc-fre
10	VV-Y+
11	VV-Y-
12	EX
13	EY
14	EZ
15	EX
16	EY
17	EZ

## 11.3 DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
101	1x[12 EX]	1.00*12	ECE
102	1x[12 EX]+0.3x[13 EY]	1.00*12 + 0.30*13	ECE
103	1x[12 EX]-0.3x[13 EY]	1.00*12 -0.30*13	ECE

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
104	1x[12 EX]+0.3x[14 EZ]	1.00*12 + 0.30*14	ECE
105	1x[12 EX]-0.3x[14 EZ]	1.00*12 -0.30*14	ECE
106	1x[12 EX]+0.3x[13 EY]+0.3x[14 EZ]	1.00*12 + 0.30*13 + 0.30*14	ECE
107	1x[12 EX]-0.3x[13 EY]+0.3x[14 EZ]	1.00*12 -0.30*13 + 0.30*14	ECE
108	1x[12 EX]+0.3x[13 EY]-0.3x[14 EZ]	1.00*12 + 0.30*13 -0.30*14	ECE
109	1x[12 EX]-0.3x[13 EY]-0.3x[14 EZ]	1.00*12 -0.30*13 -0.30*14	ECE
110	1x[13 EY]	1.00*13	ECE
111	1x[13 EY]+0.3x[12 EX]	1.00*13 + 0.30*12	ECE
112	1x[13 EY]-0.3x[12 EX]	1.00*13 -0.30*12	ECE
113	1x[13 EY]+0.3x[14 EZ]	1.00*13 + 0.30*14	ECE
114	1x[13 EY]-0.3x[14 EZ]	1.00*13 -0.30*14	ECE
115	1x[13 EY]+0.3x[12 EX]+0.3x[14 EZ]	1.00*13 + 0.30*12 + 0.30*14	ECE
116	1x[13 EY]-0.3x[12 EX]+0.3x[14 EZ]	1.00*13 -0.30*12 + 0.30*14	ECE
117	1x[13 EY]+0.3x[12 EX]-0.3x[14 EZ]	1.00*13 + 0.30*12 -0.30*14	ECE
118	1x[13 EY]-0.3x[12 EX]-0.3x[14 EZ]	1.00*13 -0.30*12 -0.30*14	ECE
119	1x[14 EZ]	1.00*14	ECE
120	1x[14 EZ]+0.3x[12 EX]	1.00*14 + 0.30*12	ECE
121	1x[14 EZ]-0.3x[12 EX]	1.00*14 -0.30*12	ECE
122	1x[14 EZ]+0.3x[13 EY]	1.00*14 + 0.30*13	ECE
123	1x[14 EZ]-0.3x[13 EY]	1.00*14 -0.30*13	ECE
124	1x[14 EZ]+0.3x[12 EX]+0.3x[13 EY]	1.00*14 + 0.30*12 + 0.30*13	ECE
125	1x[14 EZ]-0.3x[12 EX]+0.3x[13 EY]	1.00*14 -0.30*12 + 0.30*13	ECE
126	1x[14 EZ]+0.3x[12 EX]-0.3x[13 EY]	1.00*14 + 0.30*12 -0.30*13	ECE
127	1x[14 EZ]-0.3x[12 EX]-0.3x[13 EY]	1.00*14 -0.30*12 -0.30*13	ECE
128	1x[15 EX]	1.00*15	ECE
129	1x[15 EX]+0.3x[16 EY]	1.00*15 + 0.30*16	ECE
130	1x[15 EX]-0.3x[16 EY]	1.00*15 -0.30*16	ECE
131	1x[15 EX]+0.3x[17 EZ]	1.00*15 + 0.30*17	ECE
132	1x[15 EX]-0.3x[17 EZ]	1.00*15 -0.30*17	ECE
133	1x[15 EX]+0.3x[16 EY]+0.3x[17 EZ]	1.00*15 + 0.30*16 + 0.30*17	ECE
134	1x[15 EX]-0.3x[16 EY]+0.3x[17 EZ]	1.00*15 -0.30*16 + 0.30*17	ECE
135	1x[15 EX]+0.3x[16 EY]-0.3x[17 EZ]	1.00*15 + 0.30*16 -0.30*17	ECE
136	1x[15 EX]-0.3x[16 EY]-0.3x[17 EZ]	1.00*15 -0.30*16 -0.30*17	ECE
137	1x[16 EY]	1.00*16	ECE
138	1x[16 EY]+0.3x[15 EX]	1.00*16 + 0.30*15	ECE
139	1x[16 EY]-0.3x[15 EX]	1.00*16 -0.30*15	ECE
140	1x[16 EY]+0.3x[17 EZ]	1.00*16 + 0.30*17	ECE
141	1x[16 EY]-0.3x[17 EZ]	1.00*16 -0.30*17	ECE
142	1x[16 EY]+0.3x[15 EX]+0.3x[17 EZ]	1.00*16 + 0.30*15 + 0.30*17	ECE
143	1x[16 EY]-0.3x[15 EX]+0.3x[17 EZ]	1.00*16 -0.30*15 + 0.30*17	ECE
144	1x[16 EY]+0.3x[15 EX]-0.3x[17 EZ]	1.00*16 + 0.30*15 -0.30*17	ECE
145	1x[16 EY]-0.3x[15 EX]-0.3x[17 EZ]	1.00*16 -0.30*15 -0.30*17	ECE
146	1x[17 EZ]	1.00*17	ECE
147	1x[17 EZ]+0.3x[15 EX]	1.00*17 + 0.30*15	ECE
148	1x[17 EZ]-0.3x[15 EX]	1.00*17 -0.30*15	ECE
149	1x[17 EZ]+0.3x[16 EY]	1.00*17 + 0.30*16	ECE

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
150	1x[17 EZ]-0.3x[16 EY]	1.00*17 -0.30*16	ECE
151	1x[17 EZ]+0.3x[15 EX]+0.3x[16 EY]	1.00*17 + 0.30*15 + 0.30*16	ECE
152	1x[17 EZ]-0.3x[15 EX]+0.3x[16 EY]	1.00*17 -0.30*15 + 0.30*16	ECE
153	1x[17 EZ]+0.3x[15 EX]-0.3x[16 EY]	1.00*17 + 0.30*15 -0.30*16	ECE
154	1x[17 EZ]-0.3x[15 EX]-0.3x[16 EY]	1.00*17 -0.30*15 -0.30*16	ECE
155	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]	1.10*1 + 1.10*2	ECELUEQU
156	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[3 Schema 1_pos A]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*3	ECELUEQU
157	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[4 Schema 1_Pos B]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*4	ECELUEQU
158	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[5 Schema 1_Pos C]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*5	ECELUEQU
159	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[6 Schema 5]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*6	ECELUEQU
160	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*7	ECELUEQU
161	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*8	ECELUEQU
162	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*9	ECELUEQU
163	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[10 VV Y+]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*10	ECELUEQU
164	1.1x[1 G 1]+1.1x[2 G 2]+1.35x[11 VV Y-]	1.10*1 + 1.10*2 + 1.35*11	ECELUEQU
165	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]	1.35*1 + 1.35*2	ECELUSTR
166	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[3 Schema 1_pos A]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*3	ECELUSTR
167	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[4 Schema 1_Pos B]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*4	ECELUSTR
168	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[5 Schema 1_Pos C]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*5	ECELUSTR
169	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[6 Schema 5]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*6	ECELUSTR
170	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*7	ECELUSTR
171	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*8	ECELUSTR
172	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*9	ECELUSTR
173	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*10	ECELUSTR
174	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*11	ECELUSTR
175	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[3 Schema 1_pos A]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*3 + 1.20*10	ECELUSTR
176	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[4 Schema 1_Pos B]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*4 + 1.20*10	ECELUSTR
177	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[5 Schema 1_Pos C]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*5 + 1.20*10	ECELUSTR

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
	Schema 1_Pos C]+1.2x[10 VV Y+]		
178	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[3 Schema 1_pos A]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*3 + 1.20*11	ECELUSTR
179	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[4 Schema 1_Pos B]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*4 + 1.20*11	ECELUSTR
180	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[5 Schema 1_Pos C]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*5 + 1.20*11	ECELUSTR
181	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[6 Schema 5]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*6 + 1.20*10	ECELUSTR
182	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[6 Schema 5]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*6 + 1.20*11	ECELUSTR
183	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*7 + 1.20*10	ECELUSTR
184	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*8 + 1.20*10	ECELUSTR
185	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]+1.2x[10 VV Y+]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*9 + 1.20*10	ECELUSTR
186	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*7 + 1.20*11	ECELUSTR
187	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*8 + 1.20*11	ECELUSTR
188	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.35x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]+1.2x[11 VV Y-]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.35*9 + 1.20*11	ECELUSTR
189	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[3 Schema 1_pos A]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*3	ECELUSTR
190	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[4 Schema 1_Pos B]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*4	ECELUSTR
191	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[5 Schema 1_Pos C]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*5	ECELUSTR
192	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*7	ECELUSTR
193	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*8	ECELUSTR
194	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[10 VV Y+]+1.01x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*10 + 1.01*9	ECELUSTR
195	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[3 Schema 1_pos A]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*3	ECELUSTR
196	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[4 Schema 1_Pos B]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*4	ECELUSTR
197	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[5 Schema 1_Pos C]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*5	ECELUSTR

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
198	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*7	ECELUSTR
199	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*8	ECELUSTR
200	1.35x[1 G 1]+1.35x[2 G 2]+1.5x[11 VV Y-]+1.01x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.35*1 + 1.35*2 + 1.50*11 + 1.01*9	ECELUSTR
201	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSQ
202	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[3 Schema 1_pos A]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*3	ECELSQ
203	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[4 Schema 1_Pos B]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*4	ECELSQ
204	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[5 Schema 1_Pos C]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*5	ECELSQ
205	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[6 Schema 5]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*6	ECELSQ
206	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*7	ECELSQ
207	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*8	ECELSQ
208	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*9	ECELSQ
209	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*10	ECELSQ
210	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*11	ECELSQ
211	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSFQ
212	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[3 Schema 1_pos A]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*3	ECELSFQ
213	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[4 Schema 1_Pos B]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*4	ECELSFQ
214	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[5 Schema 1_Pos C]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*5	ECELSFQ
215	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[6 Schema 5]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*6	ECELSFQ
216	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*7	ECELSFQ
217	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*8	ECELSFQ
218	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*9	ECELSFQ
219	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.80*10	ECELSFQ
220	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.80*11	ECELSFQ
221	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[3 Schema 1_pos A]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*3 + 0.80*10	ECELSFQ
222	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[4 Schema 1_Pos B]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*4 + 0.80*10	ECELSFQ
223	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[5 Schema 1_Pos C]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*5 + 0.80*10	ECELSFQ
224	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[6 Schema 5]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*6 + 0.80*10	ECELSFQ

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
225	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*7 + 0.80*10	ECELSFQ
226	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*8 + 0.80*10	ECELSFQ
227	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]+0.8x[10 VV Y+]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*9 + 0.80*10	ECELSFQ
228	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[3 Schema 1_pos A]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*3 + 0.80*11	ECELSFQ
229	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[4 Schema 1_Pos B]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*4 + 0.80*11	ECELSFQ
230	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[5 Schema 1_Pos C]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*5 + 0.80*11	ECELSFQ
231	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[6 Schema 5]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*6 + 0.80*11	ECELSFQ
232	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[7 Schema 1_Pos A_acc-fre]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*7 + 0.80*11	ECELSFQ
233	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[8 Schema 1_Pos B_acc-fre]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*8 + 0.80*11	ECELSFQ
234	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+0.75x[9 Schema 1_Pos C_acc-fre]+0.8x[11 VV Y-]	1.00*1 + 1.00*2 + 0.75*9 + 0.80*11	ECELSFQ
235	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSQP
236	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[101 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*101	ECELUS
237	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[102 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*102	ECELUS
238	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[103 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*103	ECELUS
239	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[104 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*104	ECELUS
240	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[105 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*105	ECELUS
241	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[106 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*106	ECELUS
242	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[107 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*107	ECELUS
243	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[108 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*108	ECELUS
244	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[109 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*109	ECELUS
245	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[110 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*110	ECELUS
246	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[111 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*111	ECELUS
247	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[112 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*112	ECELUS
248	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[113 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*113	ECELUS
249	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[114 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*114	ECELUS
250	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[115 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*115	ECELUS
251	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[116 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*116	ECELUS
252	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[117 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*117	ECELUS
253	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[118 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*118	ECELUS
254	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[119 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*119	ECELUS
255	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[120 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*120	ECELUS
256	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[121 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*121	ECELUS
257	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[122 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*122	ECELUS
258	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[123 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*123	ECELUS
259	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[124 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*124	ECELUS
260	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[125 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*125	ECELUS
261	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[126 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*126	ECELUS



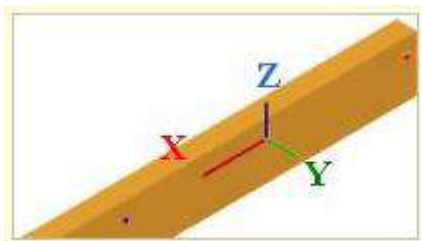
Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
262	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[127 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*127	ECELUS
263	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[101 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*101	ECELUS
264	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[102 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*102	ECELUS
265	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[103 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*103	ECELUS
266	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[104 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*104	ECELUS
267	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[105 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*105	ECELUS
268	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[106 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*106	ECELUS
269	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[107 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*107	ECELUS
270	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[108 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*108	ECELUS
271	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[109 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*109	ECELUS
272	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[110 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*110	ECELUS
273	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[111 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*111	ECELUS
274	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[112 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*112	ECELUS
275	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[113 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*113	ECELUS
276	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[114 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*114	ECELUS
277	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[115 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*115	ECELUS
278	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[116 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*116	ECELUS
279	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[117 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*117	ECELUS
280	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[118 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*118	ECELUS
281	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[119 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*119	ECELUS
282	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[120 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*120	ECELUS
283	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[121 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*121	ECELUS
284	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[122 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*122	ECELUS
285	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[123 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*123	ECELUS
286	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[124 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*124	ECELUS
287	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[125 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*125	ECELUS
288	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[126 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*126	ECELUS
289	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[127 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*127	ECELUS
290	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[128 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*128	ECELUS
291	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[129 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*129	ECELUS
292	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[130 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*130	ECELUS
293	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[131 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*131	ECELUS
294	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[132 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*132	ECELUS
295	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[133 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*133	ECELUS
296	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[134 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*134	ECELUS
297	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[135 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*135	ECELUS
298	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[136 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*136	ECELUS
299	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[137 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*137	ECELUS
300	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[138 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*138	ECELUS
301	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[139 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*139	ECELUS
302	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[140 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*140	ECELUS
303	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[141 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*141	ECELUS
304	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[142 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*142	ECELUS
305	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[143 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*143	ECELUS
306	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[144 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*144	ECELUS
307	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[145 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*145	ECELUS

Descrizione combinazioni			
Nr.	Nome	Dettagli	Codice
308	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[146 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*146	ECELUS
309	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[147 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*147	ECELUS
310	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[148 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*148	ECELUS
311	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[149 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*149	ECELUS
312	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[150 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*150	ECELUS
313	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[151 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*151	ECELUS
314	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[152 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*152	ECELUS
315	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[153 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*153	ECELUS
316	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]+1x[154 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 + 1.00*154	ECELUS
317	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[128 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*128	ECELUS
318	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[129 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*129	ECELUS
319	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[130 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*130	ECELUS
320	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[131 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*131	ECELUS
321	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[132 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*132	ECELUS
322	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[133 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*133	ECELUS
323	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[134 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*134	ECELUS
324	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[135 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*135	ECELUS
325	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[136 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*136	ECELUS
326	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[137 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*137	ECELUS
327	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[138 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*138	ECELUS
328	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[139 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*139	ECELUS
329	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[140 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*140	ECELUS
330	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[141 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*141	ECELUS
331	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[142 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*142	ECELUS
332	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[143 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*143	ECELUS
333	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[144 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*144	ECELUS
334	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[145 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*145	ECELUS
335	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[146 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*146	ECELUS
336	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[147 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*147	ECELUS
337	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[148 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*148	ECELUS
338	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[149 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*149	ECELUS
339	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[150 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*150	ECELUS
340	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[151 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*151	ECELUS
341	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[152 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*152	ECELUS
342	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[153 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*153	ECELUS
343	1x[1 G 1]+1x[2 G 2]-1x[154 COMB]	1.00*1 + 1.00*2 -1.00*154	ECELUS

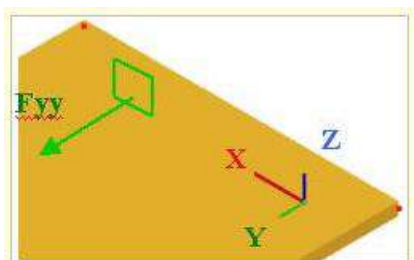
L'analisi delle sollecitazioni è stata condotta su supporto informatico a mezzo del programma di calcolo Advance Design 2025®. Sono stati modellati gli elementi secondo le caratteristiche geometriche ed i materiali definiti in fase di predimensionamento. Gli stessi sono stati caricati secondo le combinazioni e condizioni di carico utili a massimizzare e minimizzare le caratteristiche di sollecitazione. Tali elementi sono stati caricati secondo le azioni delle diverse combinazioni di carico, ottenendo così le sollecitazioni agenti sulla struttura. Si è quindi passati alle verifiche di resistenza nei confronti dello Stato Limite Ultimo (SLU) e con le sollecitazioni calcolate allo Stato Limite Esercizio (SLE) si sono controllati deformazione ed inflessione.



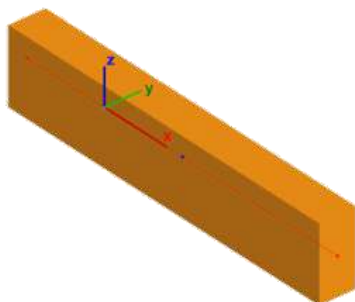
Il software di calcolo Advance Design 2025® esprime i risultati del calcolo agli elementi finiti nel sistema di coordinate locale del relativo elemento. Soltanto le forze vincolari sono espresse nel sistema di coordinate globale. Pertanto i risultati su un elemento lineare sono espressi nel seguente modo, in cui  $F_x$  risulta sempre uno sforzo normale (ad esempio se  $F_x > 0$  sta ad indicare che l'elemento è teso).



Allo stesso modo, i risultati sugli elementi bidimensionali sono forniti nel sistema di coordinate locale dell'elemento come indicato in seguito, in cui  $F_{yy}$  è uno sforzo normale in direzione  $y$  in un piano perpendicolare all'asse  $y$  del sistema locale.

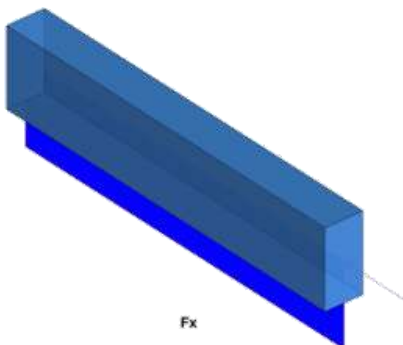


### Convenzioni elementi lineari



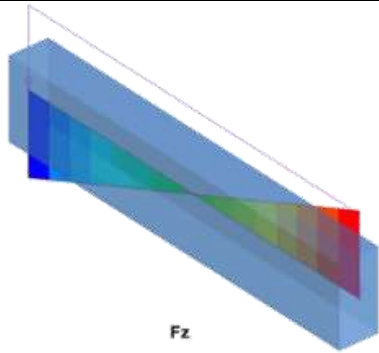
#### ASSI LOCALI

In Rosso: Asse locale X  
 In Verde: Asse locale Y  
 In Blu: Asse locale Z

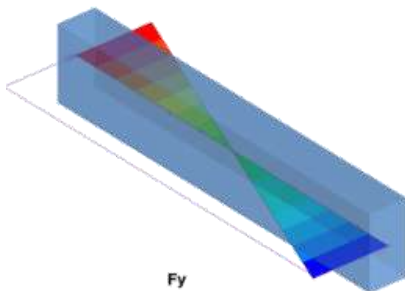


#### $F_x$ Sforzo normale

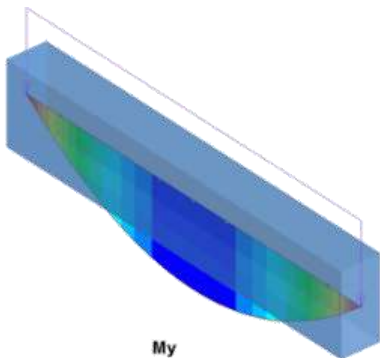
$F_x$  è positivo se di trazione e negativo se di compressione a prescindere dall'orientamento dell'asse X



$F_z$  Sforzo di taglio dovuto ad una forza applicata lungo l'asse locale Z



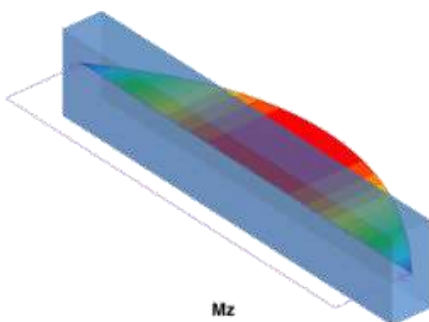
$F_y$  Sforzo di taglio dovuto ad una forza applicata lungo l'asse locale Y



$M_y$  Momento flettente rispetto all'asse locale Y (dovuto ad un carico applicato lungo l'asse locale Z)

$M_y$  positivo se tende le fibre Z positive (generalmente sugli appoggi)

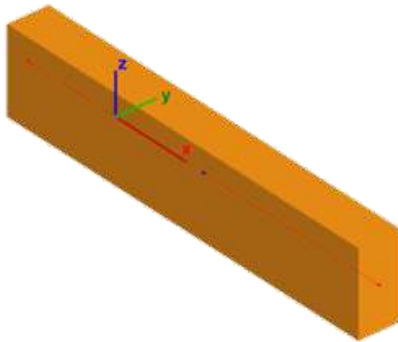
$M_y$  negativo se tende le fibre Z negative (generalmente in campata)



$M_z$  Momento flettente rispetto all'asse locale Z (dovuto ad un carico applicato lungo l'asse locale Y)

$M_z$  positivo se tende le fibre Y positive

$M_z$  negativo se tende le fibre Y negative



Tensioni normali (dovute a sforzo normale e momenti flettenti)

$$\sigma_{xx} = \frac{F_x}{S_x} \pm \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{M_z}{W_z}$$

Tensioni tangenziali (dovute a sforzi di taglio e momento torcente)

$\sigma_{xz}$  tensione nel piano normale ad X in direzione parallela a Z

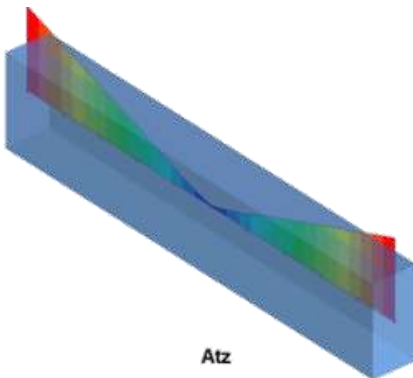
$$\sigma_{xz} = \frac{F_z}{S_z} \pm \frac{M_x}{W_t}$$

$\sigma_{xy}$  tensione nel piano normale ad X in direzione parallela a Y

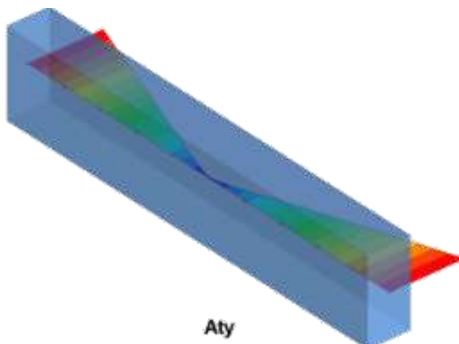
$$\sigma_{xy} = \frac{F_y}{S_y} \pm \frac{M_x}{W_t}$$

Tensioni equivalenti di Von Mises

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + 3(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{xz}^2)}$$

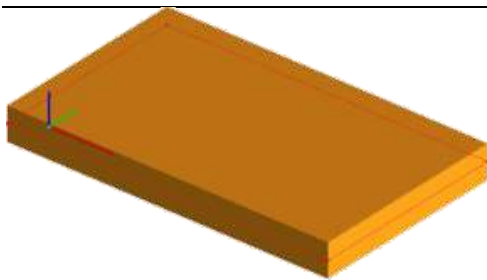


A<sub>tz</sub> Armatura a taglio fornita per lo sforzo di taglio F<sub>z</sub>



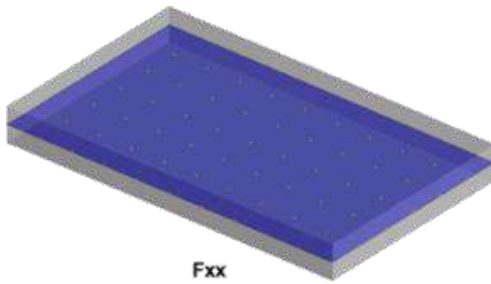
A<sub>ty</sub> Armatura a taglio fornita per lo sforzo di taglio F<sub>y</sub>

### Convenzioni elementi superficiali



ASSI LOCALI

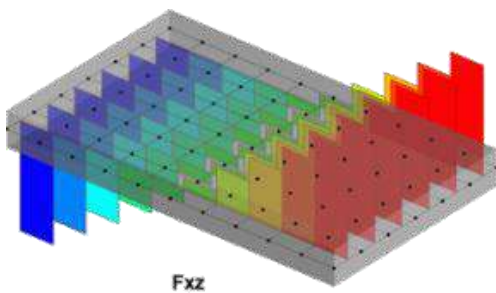
In Rosso:	Asse locale X
In Verde:	Asse locale Y
In Blu:	Asse locale Z



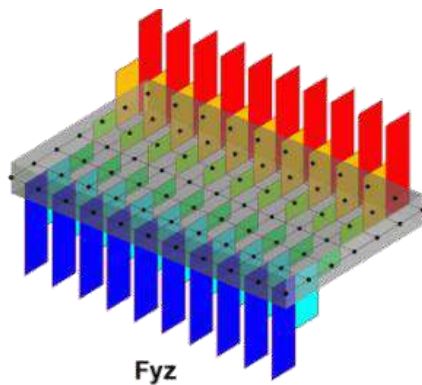
$F_{xx}$  Sforzo normale lungo l'asse locale X

$F_{yy}$  Sforzo normale lungo l'asse locale Y

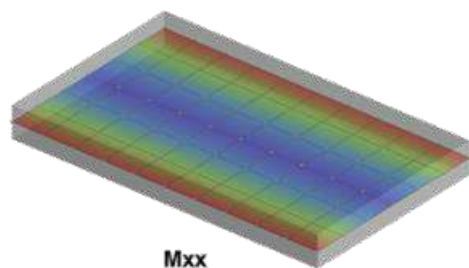
$F_{xx}$  è positivo se di trazione e negativo se di compressione a prescindere dall'orientamento dell'asse X  
 (Idem per  $F_{yy}$ )



$F_{xz}$  Sforzo di taglio nel piano normale ad X in direzione parallela a Z



$F_{yz}$  Sforzo di taglio nel piano normale ad Y in direzione parallela a Z



$M_{xx}$  Momento flettente rispetto all'asse locale X

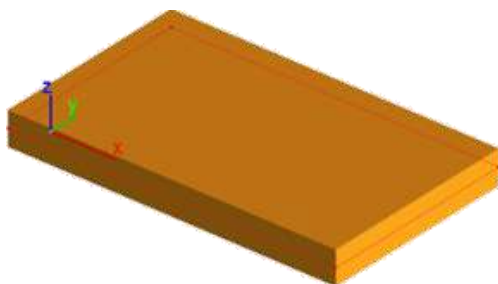
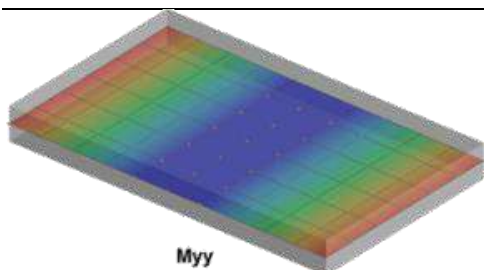
$M_{xx}$  positivo se tende le fibre Z positive (generalmente sugli appoggi)

$M_{xx}$  negativo se tende le fibre Z negative (generalmente in campata)

$M_{yy}$  Momento flettente rispetto all'asse locale Y

$M_{yy}$  positivo se tende le fibre Z positive (generalmente sugli appoggi)

$M_{yy}$  negativo se tende le fibre Z negative (generalmente in campata)



Tensioni normali (dovute a sforzo normale e momenti flettenti)

$$\text{Lungo } X \quad \sigma_{xx} = \frac{F_{xx}}{e} \pm 6 \frac{M_{yy}}{e^2}$$

$$\text{Lungo } Y \quad \sigma_{yy} = \frac{F_{yy}}{e} \pm 6 \frac{M_{xx}}{e^2}$$

Tensioni tangenziali (dovute a sforzi di taglio e momento torcente)

$\sigma_{xz}$  tensione nel piano normale ad X in direzione parallela a Z

$$\sigma_{xz} = \frac{6 F_{xz}}{5 e}$$

$\sigma_{yz}$  tensione nel piano normale ad Y in direzione parallela a Z

$$\sigma_{yz} = \frac{6 F_{yz}}{5 e}$$

Tensioni equivalenti di Von Mises

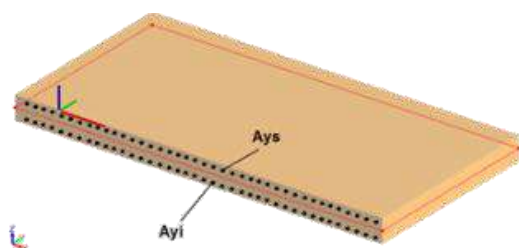
$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}((\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{xx} - \sigma_{zz})^2 + 6(\sigma_{xy}^2 + \sigma_{xz}^2 + \sigma_{yz}^2))}$$



$A_{xi}$  e  $A_{xs}$  barre d'armatura parallele all'asse locale X fornite per il momento  $M_{yy}$

$M_{yy}$  positivo richiede armatura  $A_{xs}$  sulla fibra superiore tesa

$M_{yy}$  negativo richiede armatura  $A_{xi}$  sulla fibra inferiore tesa



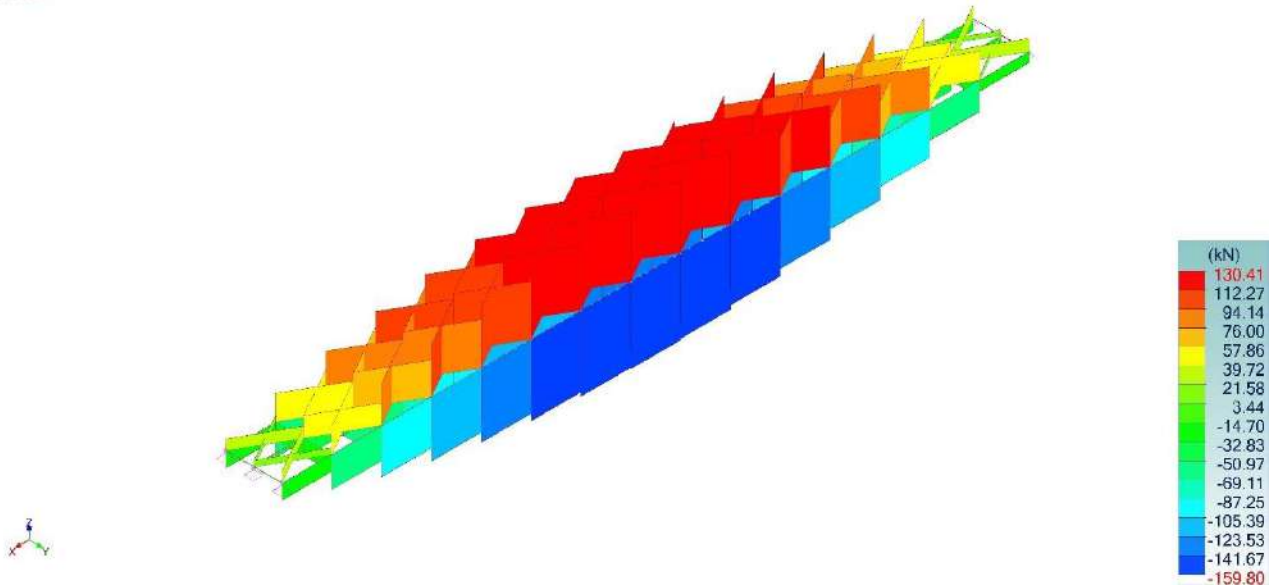
$A_{yi}$  e  $A_{ys}$  barre d'armatura parallele all'asse locale Y fornite per il momento  $M_{xx}$

$M_{xx}$  positivo richiede armatura  $A_{ys}$  sulla fibra superiore tesa

$M_{xx}$  negativo richiede armatura  $A_{yi}$  sulla fibra inferiore tesa

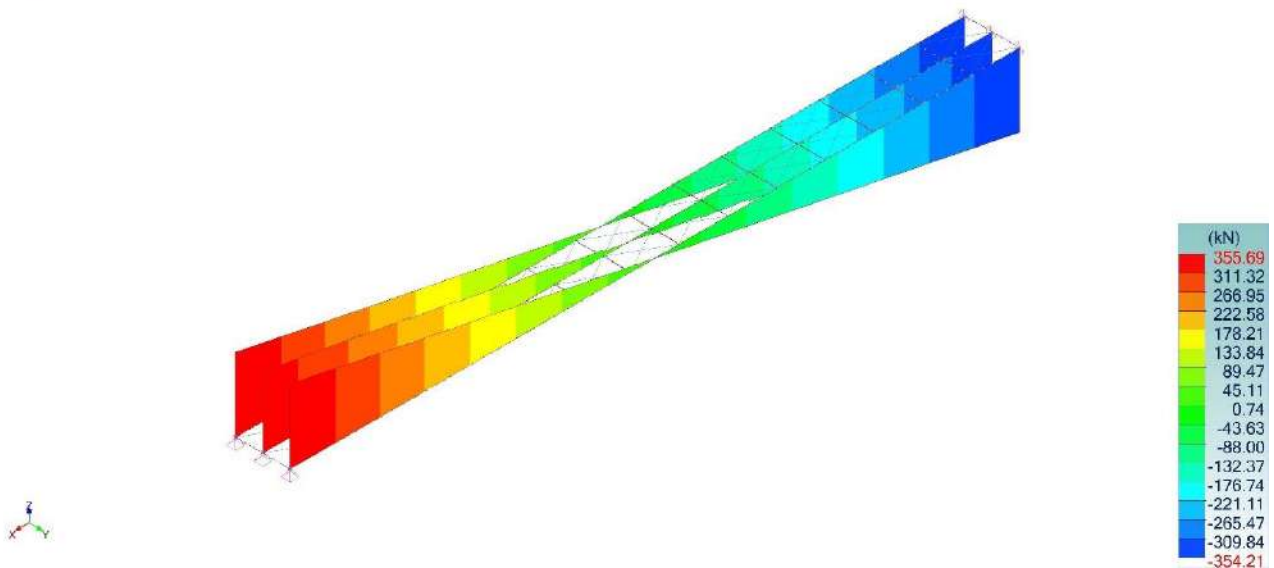
## 11.4 SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-PERMANENTI G1 (NO PIANO RIGIDO):

Vista UTENTE  
 Analisi: 1\_G 1  
 Lineare: Fx  
 Assi locali



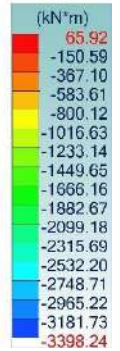
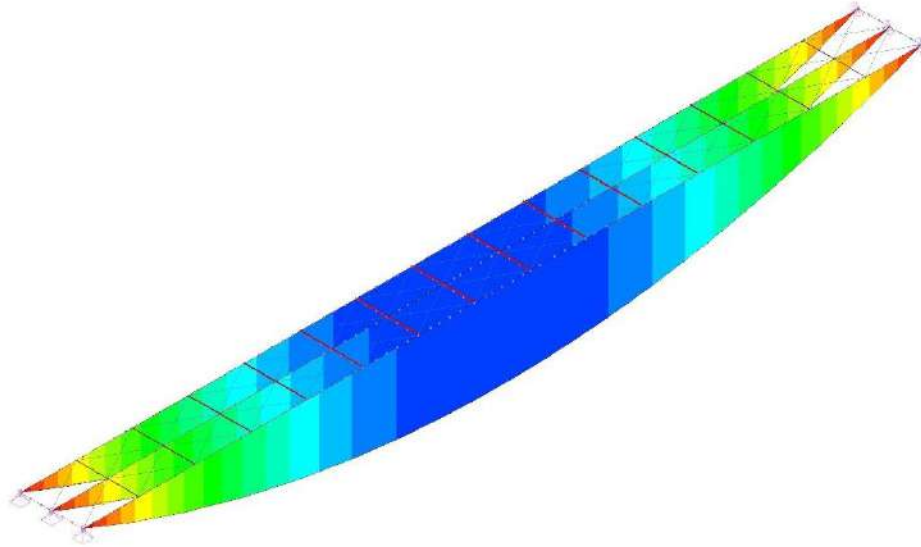
### Inviluppo Forza Fx

Vista UTENTE  
 Analisi: 1\_G 1  
 Lineare: Fz  
 Assi locali



### Inviluppo Forza Fz

Vista UTENTE  
 Analisi: 1 G 1  
 Lineare: My  
 Assi locali

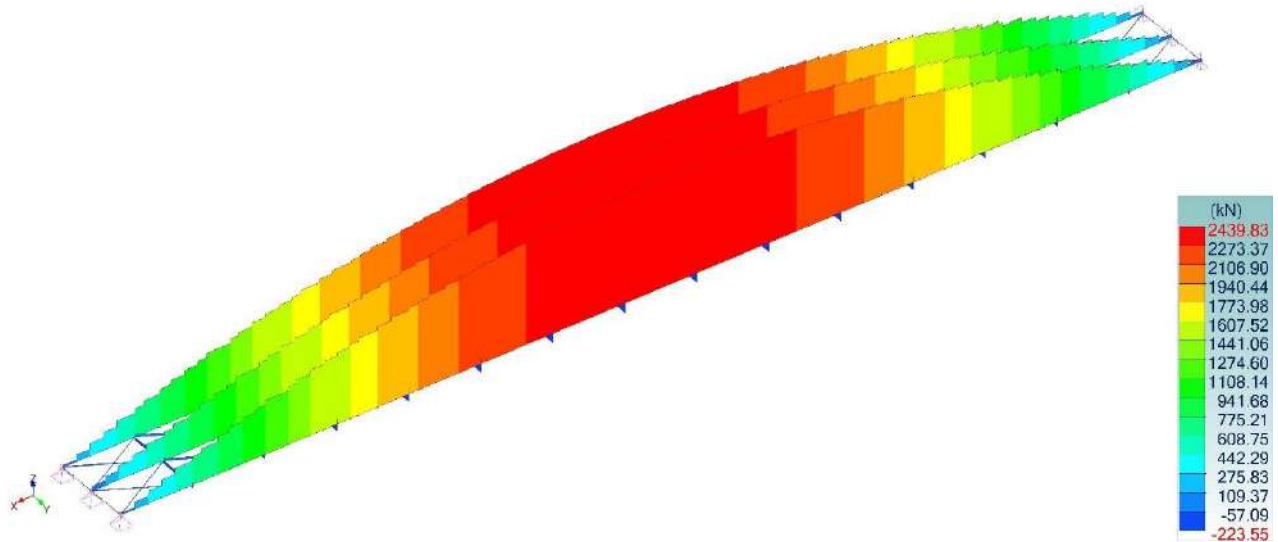


Inviluppo Momento My



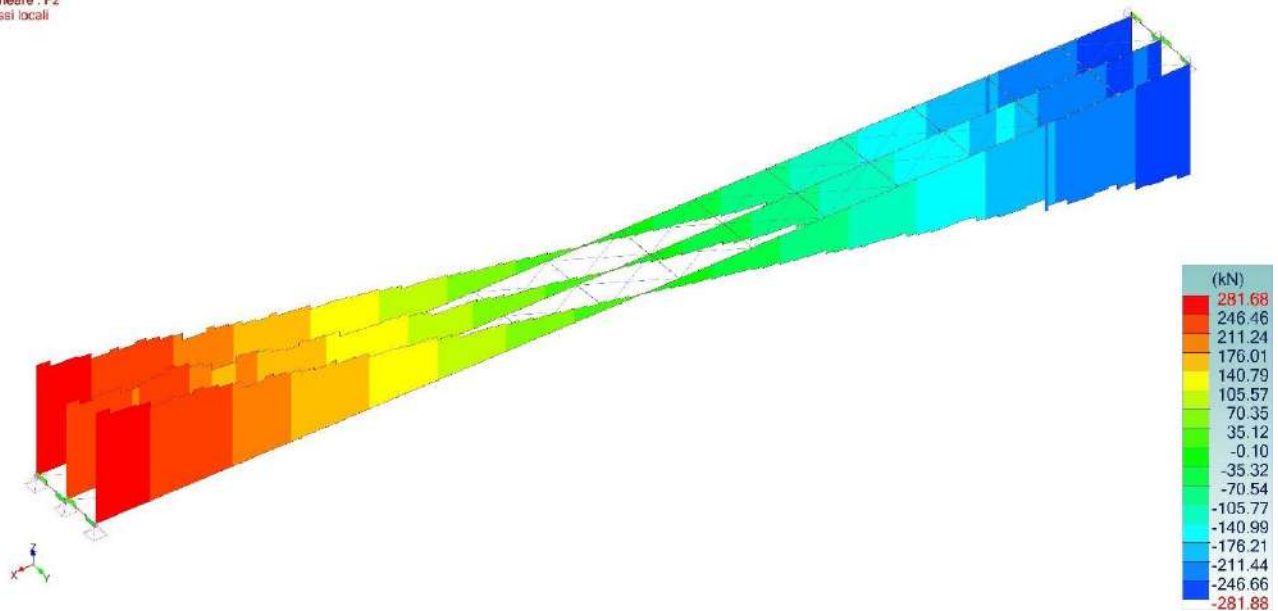
## 11.5 SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-PERMANENTI G1+G2 (PIANO RIGIDO):

Vista UTENTE  
 Analisi: 201 { 1x[1 G 1]+1x[2 G 2] }  
 Lineare: Fx  
 Assi locali



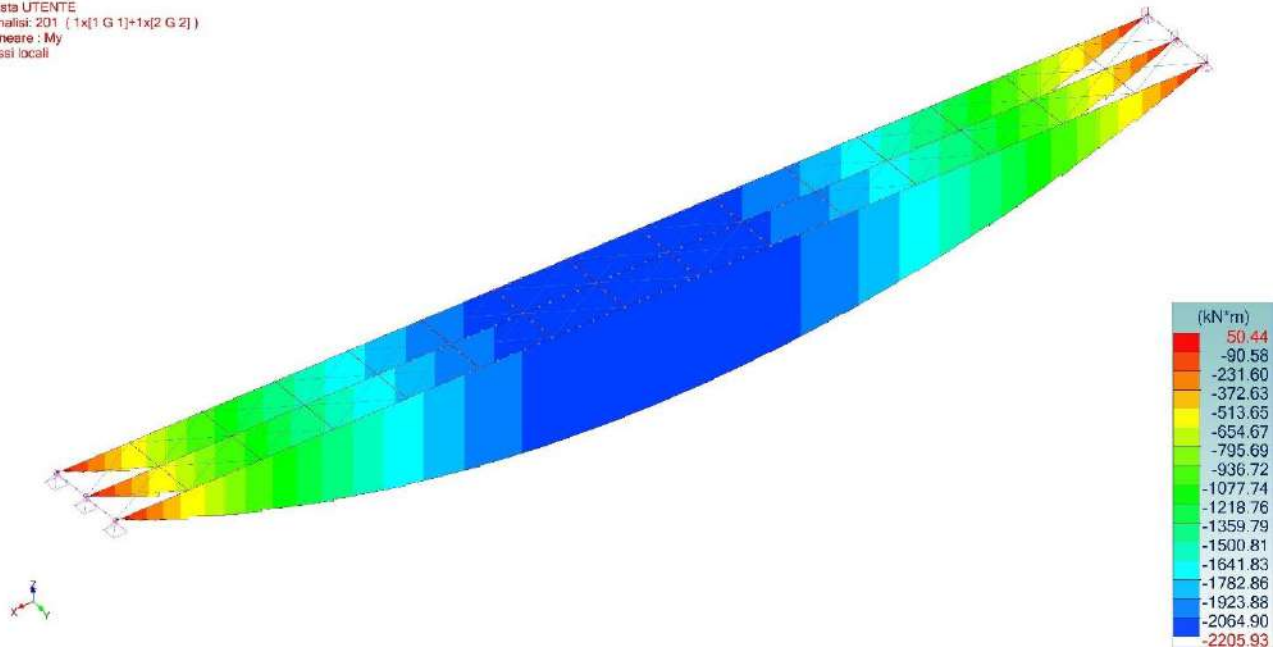
Inviluppo Forza Fx

Vista UTENTE  
 Analisi: 201 { 1x[1 G 1]+1x[2 G 2] }  
 Lineare: Fz  
 Assi locali



Inviluppo Forza Fz

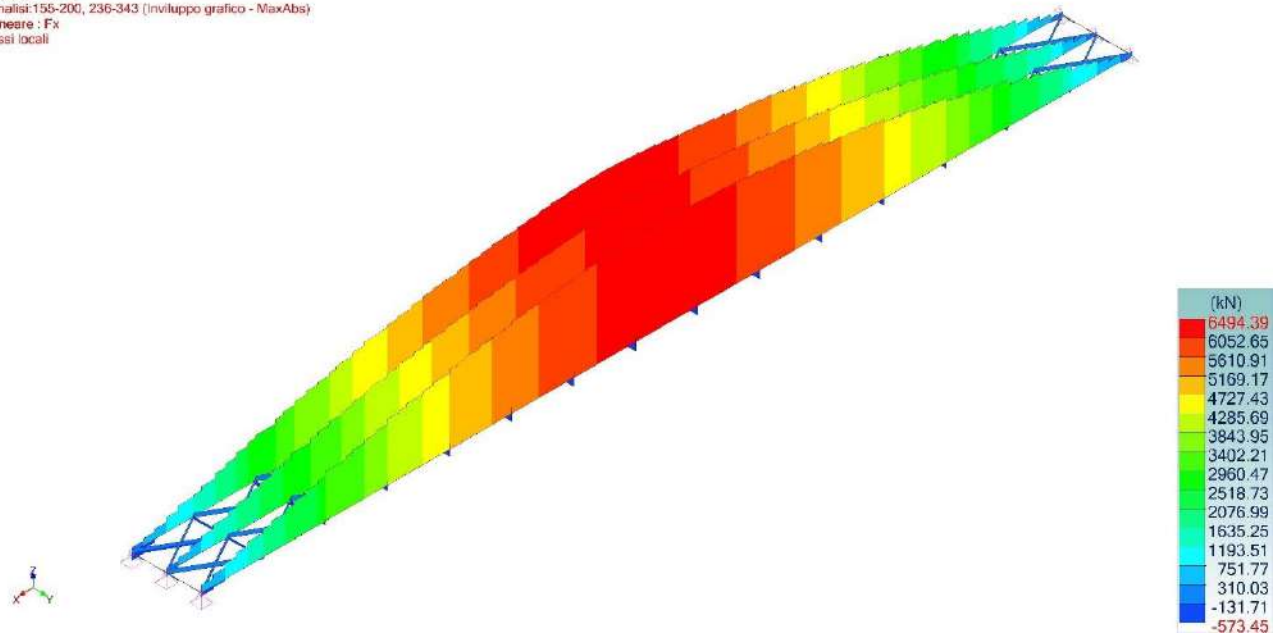
Vista UTENTE  
 Analisi: 201 (1x1 G 1)+1x2 G 2)  
 Lineare: My  
 Assi locali



Inviluppo Momento  $M_y$

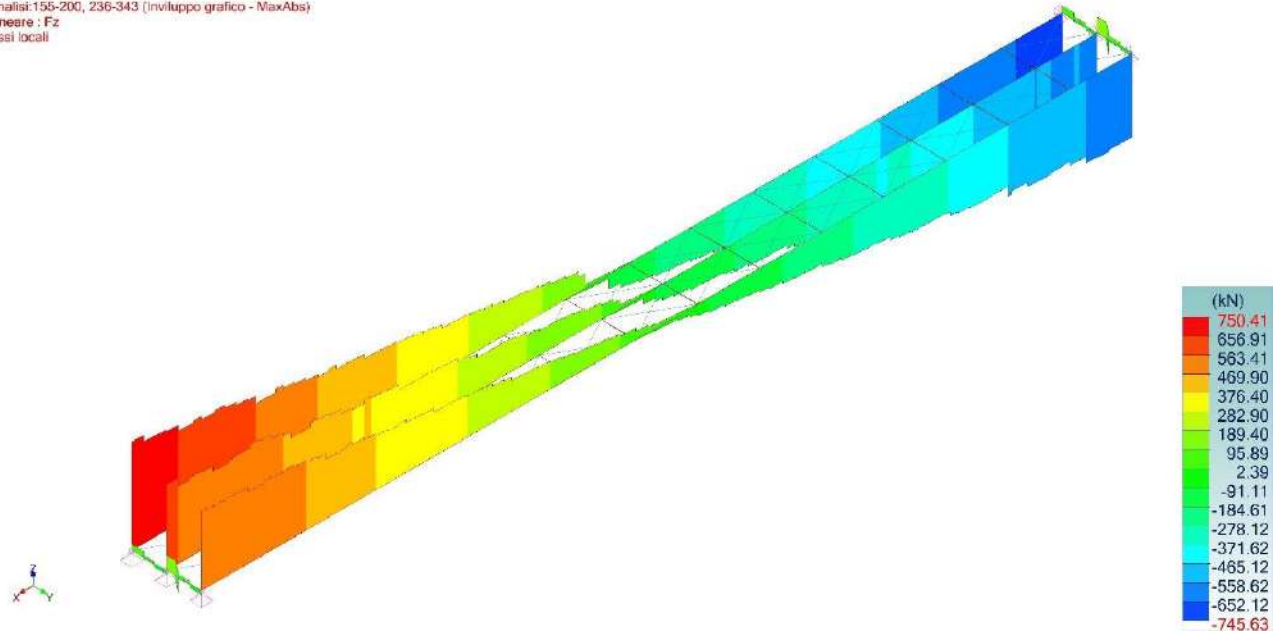
## 11.6 SOLLECITAZIONI ELEMENTI LINEARI-SLU/SLV (PIANO RIGIDO):

Vista UTENTE  
 Analisi: 155-200, 236-343 (Inviluppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare: Fx  
 Assi locali



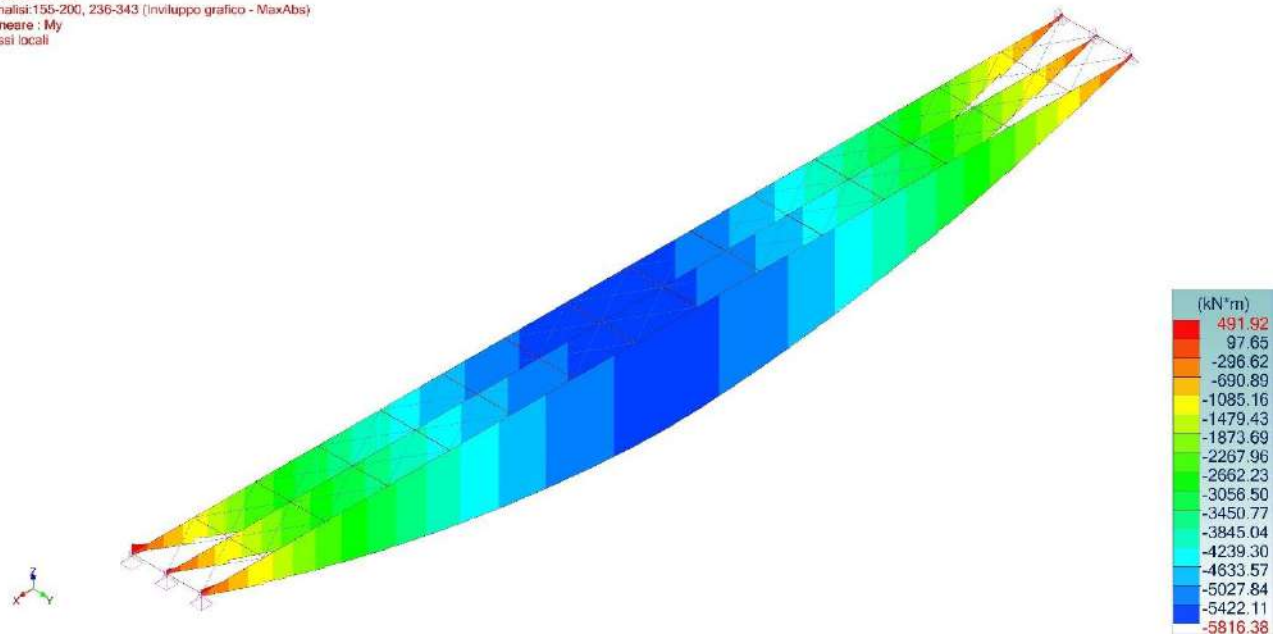
Inviluppo Forza  $F_x$

Vista UTENTE  
 Analisi: 155-200, 236-343 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : Fz  
 Assi locali



## Involuppo Forza Fz

Vista UTENTE  
 Analisi: 155-200, 236-343 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : My  
 Assi locali



## Involuppo Momento My

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max Fx  (kN)	Caso	Max Fy  (kN)	Caso	Max Fz  (kN)	Caso	Max Mx  (kN*m)	Caso	Max My  (kN*m)	Caso	Max Mz  (kN*m)
1.1	163	306	-140.03	177	72.06	177	- 1529.76	185	0.65	177	212.30	177	-132.40
	164	306	-140.03	177	72.06	177	- 1526.46	185	0.65	180	-585.90	177	-96.37
1.2	164	331	155.41	180	-33.79	176	-1124.86	176	0.60	188	-432.23	185	-52.93
	165	331	155.41	180	-33.79	176	-1121.56	176	0.60	180	-967.22	188	-65.27
1.3	165	180	213.86	177	25.36	177	-1154.70	177	0.81	180	-825.08	162	-47.04
	166	180	213.86	177	25.36	177	-1151.40	177	0.81	177	-1391.21	188	-38.56
1.4	166	180	309.13	334	-16.40	176	-1152.18	176	0.54	177	-1249.82	189	12.52
	167	180	309.13	334	-16.40	176	-1148.87	176	0.54	176	-1801.91	188	-14.39
1.5	167	179	423.44	181	-26.04	176	-	177	0.83	176	-1699.03	190	12.25

Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
	168	179	423.44	181	-26.04	176	1048.79 - 1044.83	177	0.83	176	-2327.12	334	-18.45
	168	179	476.73	177	-371.26	176	- 1020.23	188	-2.78	176	- 2267.94	177	26.05
1.6	169	179	476.73	177	-371.26	176	-1019.79	188	-2.78	176	- 2335.94	332	-20.68
	169	331	471.02	176	62.97	176	-967.37	177	0.89	179	-2102.99	176	-27.02
1.7	170	331	471.02	176	62.97	176	-965.17	177	0.89	179	- 2409.90	188	12.32
	170	331	503.11	193	28.75	176	-843.98	334	-0.40	179	-2376.17	180	18.61
1.8	171	331	503.11	193	28.75	176	-840.67	334	-0.40	176	-2775.12	185	14.77
	171	180	578.88	184	36.15	176	-871.37	176	0.51	176	- 2747.32	187	-9.86
1.9	172	180	578.88	184	36.15	176	-868.06	176	0.51	176	-3182.18	177	16.57
	172	179	668.04	176	27.64	176	-875.19	176	0.48	176	-3144.51	177	11.49
1.10	173	179	668.04	176	27.64	176	-871.89	176	0.48	176	-3581.28	177	16.62
	173	179	790.32	187	17.15	176	-842.53	176	0.40	176	- 3530.78	333	-10.71
1.11	174	179	790.32	187	17.15	176	-837.90	176	0.40	176	-4118.93	304	17.16
	174	179	874.60	187	28.75	176	-845.98	184	0.68	176	- 4087.09	334	-17.64
1.12	175	179	874.60	187	28.75	176	-845.10	184	0.68	176	-4199.83	332	-17.19
	175	331	826.88	190	26.97	176	-810.09	332	-0.37	179	-3941.70	176	-20.58
1.13	176	331	826.88	190	26.97	176	-805.68	332	-0.37	176	-4470.10	180	-9.30
	176	179	875.53	184	19.56	176	-829.99	176	0.51	176	-4411.12	180	-6.63
1.14	177	179	875.53	184	19.56	176	-826.68	176	0.51	176	- 4825.29	193	7.41
	177	179	966.29	333	-13.83	176	-777.67	176	0.38	176	- 4768.92	189	7.48
1.15	178	179	966.29	333	-13.83	176	-774.36	176	0.38	176	-5156.92	333	-11.84
	178	179	1047.11	167	21.27	176	-868.71	176	0.63	176	- 5087.95	331	-10.42
1.16	179	179	1047.11	167	21.27	176	-865.41	176	0.63	176	-5521.48	306	17.02
	179	179	1107.43	181	-32.92	176	-712.95	334	-0.34	176	-5468.19	304	15.49
1.17	180	179	1107.43	181	-32.92	176	-710.97	334	-0.34	176	-5681.78	331	-17.20
	180	179	1145.17	179	26.58	176	-783.67	176	0.80	176	- 5639.02	331	-17.96
1.18	181	179	1145.17	179	26.58	176	-782.35	176	0.80	176	- 5795.63	332	-17.25
	181	331	1098.84	190	43.34	176	-722.76	332	-0.31	176	-5571.19	176	-19.78
1.19	182	331	1098.84	190	43.34	176	-719.46	332	-0.31	176	-5931.74	305	3.93
	182	179	1120.43	190	17.50	176	-610.00	334	-0.34	176	- 5897.48	185	7.60
1.20	183	179	1120.43	190	17.50	176	-606.69	334	-0.34	176	-6201.65	193	12.85
	183	179	1210.02	176	18.66	176	-615.56	176	0.35	176	-6183.76	331	-8.17
1.21	184	179	1210.02	176	18.66	176	-612.26	176	0.35	176	-6490.71	304	12.68
	184	179	1277.18	167	36.62	176	-691.59	176	0.53	176	-6451.84	333	-11.32
1.22	185	179	1277.18	167	36.62	176	-688.28	176	0.53	176	-6796.81	176	23.22
	185	179	1345.40	191	-13.84	176	-539.87	334	-0.28	176	-6778.21	333	-14.27
1.23	186	179	1345.40	191	-13.84	176	-537.23	334	-0.28	176	- 6993.63	333	-17.14
	186	179	1384.18	187	18.62	176	-577.98	167	0.61	176	- 6965.48	333	-18.40
1.24	187	179	1384.18	187	18.62	176	-576.21	167	0.61	176	-7119.37	332	-17.97
	187	331	1321.03	176	66.21	176	-583.26	331	-0.30	176	- 6947.58	176	-19.86
1.25	188	331	1321.03	176	66.21	176	-581.06	331	-0.30	176	-7141.64	304	5.07
	188	179	1342.32	176	25.05	176	-434.30	334	-0.36	176	-7141.74	179	-5.39
1.26	189	179	1342.32	176	25.05	176	-431.00	334	-0.36	176	- 7358.07	306	9.69
	189	179	1412.58	176	50.90	176	-531.10	176	0.45	176	-7358.21	179	-12.39
1.27	190	179	1412.58	176	50.90	176	-527.80	176	0.45	176	- 7622.93	193	20.33
	190	179	1475.25	171	19.11	176	-437.06	334	-0.27	176	-7616.08	307	11.75

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max Fx  (kN)	Caso	Max Fy  (kN)	Caso	Max Fz  (kN)	Caso	Max Mx  (kN*m)	Caso	Max My  (kN*m)	Caso	Max Mz  (kN*m)
	191	179	1475.25	171	19.11	176	-433.75	334	-0.27	176	- 7833.79	306	17.03
1.29	191	179	1536.05	179	33.30	176	-487.13	176	0.40	176	- 7827.33	334	-17.14
	192	179	1536.05	179	33.30	176	-483.82	176	0.40	176	- 8070.07	306	17.21
1.30	192	179	1582.15	179	16.57	176	-417.78	167	0.49	176	- 8060.65	331	-16.44
	193	179	1582.15	179	16.57	176	-415.58	167	0.49	176	-8199.55	331	-15.30
1.31	193	179	1512.36	176	44.01	176	-427.77	331	-0.28	176	- 8057.94	176	-20.19
	194	179	1512.36	176	44.01	176	-423.36	331	-0.28	176	-8341.65	305	11.27
1.32	194	179	1574.63	176	28.55	176	-396.83	176	0.25	176	- 8329.37	334	-9.70
	195	179	1574.63	176	28.55	176	-393.53	176	0.25	176	- 8526.96	307	15.47
1.33	195	179	1625.10	176	19.53	176	-382.59	176	0.24	176	-8516.59	307	12.56
	196	179	1625.10	176	19.53	176	-379.29	176	0.24	176	- 8707.06	307	16.67
1.34	196	179	1672.86	187	18.10	176	-381.18	176	0.27	176	-8691.90	334	-14.48
	197	179	1672.86	187	18.10	176	-377.22	176	0.27	176	-8919.42	306	15.00
1.35	197	179	1712.80	194	-15.44	176	-346.94	167	0.50	176	- 8903.20	331	-15.65
	198	179	1712.80	194	-15.44	176	-344.30	167	0.50	176	-9041.45	331	-14.66
1.36	198	179	1657.59	176	42.95	176	-324.34	331	-0.26	176	- 8937.45	176	-16.22
	199	179	1657.59	176	42.95	176	-321.04	331	-0.26	176	- 9098.79	332	-10.10
1.37	199	179	1695.13	184	24.51	176	-291.84	184	0.15	176	- 9093.02	334	-9.95
	200	179	1695.13	184	24.51	176	-288.53	184	0.15	176	-9238.11	307	14.52
1.38	200	179	1729.99	176	14.32	176	-272.60	176	0.13	176	- 9234.70	307	14.79
	201	179	1729.99	176	14.32	176	-269.30	176	0.13	176	-9370.18	307	16.32
1.39	201	179	1762.67	187	17.71	176	-278.48	167	0.18	176	-9361.00	307	15.59
	202	179	1762.67	187	17.71	176	-273.85	167	0.18	176	-9554.31	176	15.83
1.40	202	179	1789.93	194	-22.98	176	-211.33	179	0.36	176	- 9545.99	331	-13.40
	203	179	1789.93	194	-22.98	176	-208.25	179	0.36	176	- 9643.90	331	-13.00
1.41	203	179	1772.39	176	64.20	176	-226.29	180	-0.29	176	- 9606.84	176	-16.78
	204	179	1772.39	176	64.20	176	-224.09	180	-0.29	176	-9681.90	331	-11.44
1.42	204	179	1783.86	184	25.60	176	-130.66	180	-0.14	176	-9691.58	332	-11.39
	205	179	1783.86	184	25.60	176	-127.35	180	-0.14	176	- 9756.08	307	14.21
1.43	205	179	1793.93	176	10.27	297	-25.37	331	-0.05	176	- 9763.44	307	13.24
	206	179	1793.93	176	10.27	297	-22.93	331	-0.05	176	- 9766.04	307	15.50
1.44	206	179	1787.31	178	8.28	295	-27.16	179	0.07	176	- 9762.77	307	15.03
	207	179	1787.31	178	8.28	295	-24.71	179	0.07	176	-9771.06	307	15.14
1.45	207	179	1775.78	176	-35.10	187	176.41	184	-0.12	176	- 9769.68	307	13.70
	208	179	1775.78	176	-35.10	187	178.40	184	-0.12	176	- 9722.35	333	-11.75
1.46	208	179	1756.81	184	-43.72	187	219.74	179	0.26	176	-9717.68	331	-11.92
	209	179	1756.81	184	-43.72	187	223.27	179	0.26	176	- 9609.43	184	-15.23
1.47	209	179	1747.78	189	25.88	187	259.86	179	-0.34	176	- 9656.39	331	-13.53
	210	179	1747.78	189	25.88	187	264.26	179	-0.34	176	- 9490.75	307	15.95
1.48	210	179	1713.98	192	10.33	187	304.48	187	-0.19	176	-	307	14.54

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
											9503.63		
	211	179	1713.98	192	10.33	187	307.78	187	-0.19	176	- 9357.50	307	16.23
1.49	211	179	1678.13	178	13.10	187	286.59	184	-0.09	176	-9369.51	307	14.03
	212	179	1678.13	178	13.10	187	289.90	184	-0.09	176	-9232.10	306	14.85
1.50	212	179	1637.14	176	-21.92	187	335.64	184	-0.18	176	- 9244.52	176	14.19
	213	179	1637.14	176	-21.92	187	338.28	184	-0.18	176	-9115.34	306	10.48
1.51	213	179	1592.85	184	-35.83	187	362.19	331	0.19	176	-9137.42	331	-9.70
	214	179	1592.85	184	-35.83	187	366.16	331	0.19	176	- 8926.89	184	-15.59
1.52	214	179	1622.75	189	33.58	184	357.92	179	-0.39	176	- 9042.26	332	-16.91
	215	179	1622.75	189	33.58	184	361.23	179	-0.39	176	-8868.21	305	15.31
1.53	215	179	1575.57	187	-15.59	184	449.38	167	-0.36	176	- 8897.32	307	14.84
	216	179	1575.57	187	-15.59	184	452.68	167	-0.36	176	-8677.71	307	13.62
1.54	216	179	1522.62	178	16.17	184	388.83	334	0.18	176	- 8707.32	307	13.69
	217	179	1522.62	178	16.17	184	392.14	334	0.18	176	-8517.98	192	15.11
1.55	217	179	1464.32	176	-26.73	184	482.55	184	-0.37	176	- 8547.72	176	16.01
	218	179	1464.32	176	-26.73	184	485.85	184	-0.37	176	-8311.74	306	7.23
1.56	218	179	1392.27	193	-24.75	184	449.31	331	0.26	176	- 8349.72	331	-8.78
	219	179	1392.27	193	-24.75	184	453.71	331	0.26	176	- 8056.43	184	-15.50
1.57	219	179	1447.89	189	25.18	184	531.61	179	-0.60	176	-8216.26	332	-17.48
	220	179	1447.89	189	25.18	184	533.82	179	-0.60	176	- 8042.53	332	-15.40
1.58	220	179	1394.25	183	18.85	184	524.57	176	-0.31	176	- 8078.98	334	-15.35
	221	179	1394.25	183	18.85	184	527.87	176	-0.31	176	-7821.82	306	14.16
1.59	221	179	1327.76	332	7.80	184	548.55	184	-0.31	176	-7861.02	306	14.69
	222	179	1327.76	332	7.80	184	551.85	184	-0.31	176	-7591.85	192	13.99
1.60	222	179	1251.11	184	-14.21	184	565.44	184	-0.34	176	- 7635.25	193	12.65
	223	179	1251.11	184	-14.21	184	569.41	184	-0.34	176	-7301.61	175	7.06
1.61	223	179	1176.45	190	-24.57	184	584.58	184	-0.29	176	- 7340.28	304	4.71
	224	179	1176.45	190	-24.57	184	587.22	184	-0.29	176	-7110.62	184	-6.24
1.62	224	179	1120.00	193	-36.82	184	599.25	331	0.31	176	-7139.36	183	-5.82
	225	179	1120.00	193	-36.82	184	601.45	331	0.31	176	- 6943.09	184	-17.68
1.63	225	179	1176.90	175	23.17	184	639.47	176	-0.46	176	-7157.22	332	-18.58
	226	179	1176.90	175	23.17	184	643.87	176	-0.46	176	- 6737.22	304	12.99
1.64	226	179	1086.73	334	9.18	184	660.75	176	-0.36	176	- 6789.50	306	13.42
	227	179	1086.73	334	9.18	184	664.05	176	-0.36	176	- 6464.43	192	12.41
1.65	227	179	987.16	184	-12.88	184	679.40	184	-0.39	176	-6518.61	193	12.73
	228	179	987.16	184	-12.88	184	684.03	184	-0.39	176	-6049.51	183	7.59
1.66	228	179	897.57	190	-18.58	184	685.52	184	-0.33	176	- 6093.36	191	5.19
	229	179	897.57	190	-18.58	184	687.50	184	-0.33	176	-5891.10	186	3.39
1.67	229	179	826.46	193	-41.94	184	744.21	184	-0.32	176	-5931.26	183	-4.37
	230	179	826.46	193	-41.94	184	747.51	184	-0.32	176	- 5564.07	184	-23.26
1.68	230	179	881.14	175	45.23	184	714.29	176	-0.36	176	-5812.09	332	-19.76
	231	179	881.14	175	45.23	184	717.59	176	-0.36	176	- 5459.93	183	15.28
1.69	231	179	790.64	171	-14.00	184	839.94	176	-0.55	176	-5515.75	307	15.37
	232	179	790.64	171	-14.00	184	843.25	176	-0.55	176	-5100.93	183	12.17
1.70	232	179	697.23	186	29.56	184	757.97	333	0.39	176	-5158.49	190	9.50



Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
	233	179	697.23	186	29.56	184	761.28	333	0.39	176	- 4784.79	175	18.12
1.71	233	179	612.73	176	-27.24	184	869.25	176	-0.62	176	- 4830.70	189	14.21
	234	179	612.73	176	-27.24	184	871.23	176	-0.62	176	- 4573.59	175	11.29
1.72	234	182	538.90	193	-28.43	184	833.10	184	-0.40	176	- 4640.06	191	3.96
	235	182	538.90	193	-28.43	184	838.82	184	-0.40	176	- 3925.89	193	-20.81
1.73	235	176	625.23	175	37.53	184	894.83	176	-0.48	176	-4223.91	332	-19.91
	236	176	625.23	175	37.53	184	897.03	176	-0.48	176	-3929.12	332	-13.80
1.74	236	176	545.58	183	21.03	184	921.87	176	-0.47	176	-3985.31	332	-14.62
	237	176	545.58	183	21.03	184	925.17	176	-0.47	176	-3529.41	183	11.61
1.75	237	323	518.66	186	21.67	184	920.10	306	-0.46	176	- 3595.42	193	9.49
	238	323	518.66	186	21.67	184	923.40	306	-0.46	176	-3140.41	192	10.33
1.76	238	323	495.14	176	-24.21	184	970.96	184	-0.58	176	-3203.31	193	10.06
	239	323	495.14	176	-24.21	184	973.61	184	-0.58	176	-2819.18	178	-8.41
1.77	239	323	466.75	190	-22.33	184	944.37	184	-0.45	176	- 2886.27	178	-16.80
	240	323	466.75	190	-22.33	184	948.33	184	-0.45	176	- 2325.46	175	-13.98
1.78	240	323	439.82	193	-51.51	184	1023.40	184	-0.57	176	- 2390.09	175	-28.82
	241	323	439.82	193	-51.51	184	1025.61	184	-0.57	176	- 2052.47	175	-44.08
1.79	241	307	739.65	175	109.01	187	1018.74	334	0.51	176	- 2363.54	178	-45.00
	242	307	739.65	175	109.01	187	1023.15	334	0.51	176	-1693.31	183	34.96
1.80	242	307	694.09	186	64.06	187	1102.86	306	-0.61	176	-1779.48	183	19.85
	243	307	694.09	186	64.06	187	1106.16	306	-0.61	175	-1279.44	183	48.92
1.81	243	307	654.00	178	101.18	187	1081.06	306	-0.59	175	-1357.88	183	35.37
	244	307	654.00	178	101.18	187	1084.37	306	-0.59	175	-885.24	186	80.55
1.82	244	334	-610.30	178	24.67	186	1216.38	175	-1.16	175	-948.09	178	62.42
	245	334	-610.30	178	24.67	186	1219.68	175	-1.16	307	-597.09	178	74.76
1.83	245	187	-695.66	178	82.49	187	1137.70	175	-0.64	307	-626.74	178	89.37
	246	187	-695.66	178	82.49	187	1141.00	175	-0.64	187	625.40	178	130.61
2.1	667	332	-139.86	174	-18.50	179	-922.00	200	-0.43	331	134.59	332	22.93
	668	332	-139.86	174	-18.50	179	-918.69	200	-0.43	176	-440.62	331	15.41
2.2	668	307	155.68	177	24.30	179	-926.50	332	-0.48	176	-402.87	304	-15.49
	669	307	155.68	177	24.30	179	-923.19	332	-0.48	176	-842.82	331	6.85
2.3	669	176	206.30	176	23.11	179	-907.42	331	-0.47	176	-794.24	180	-12.72
	670	176	206.30	176	23.11	179	-904.12	331	-0.47	179	-1236.69	197	-8.49
2.4	670	176	261.96	304	16.69	179	-952.07	331	-0.51	179	-1175.67	197	-13.62
	671	176	261.96	304	16.69	179	-948.77	331	-0.51	179	-1650.88	200	-10.79
2.5	671	176	326.15	179	27.36	179	-862.68	331	-0.41	179	-1592.13	334	-10.38
	672	176	326.15	179	27.36	179	-858.72	331	-0.41	179	-2108.55	304	18.40
2.6	672	176	349.95	182	85.40	179	-842.54	185	0.59	179	- 2076.33	304	17.25
	673	176	349.95	182	85.40	179	-842.09	185	0.59	179	-2132.49	306	20.66
2.7	673	176	474.40	182	-55.96	179	-808.05	332	-0.45	176	-2115.71	182	20.00
	674	176	474.40	182	-55.96	179	-805.85	332	-0.45	176	-2369.51	305	-7.45
2.8	674	176	531.69	182	-22.16	179	-706.37	176	0.41	176	- 2363.00	332	6.53
	675	176	531.69	182	-22.16	179	-703.06	176	0.41	179	-2693.14	179	-8.59
2.9	675	176	596.71	182	-28.86	179	-731.80	332	-0.44	179	- 2695.67	181	7.24
	676	176	596.71	182	-28.86	179	-728.49	332	-0.44	179	- 3060.74	199	-10.60
2.10	676	176	651.73	182	-19.99	179	-731.87	332	-0.42	179	- 3054.76	304	6.58
	677	176	651.73	182	-19.99	179	-728.57	332	-0.42	179	-3419.87	331	-13.37
2.11	677	176	714.15	334	-13.42	179	-714.98	332	-0.37	179	- 3407.65	304	10.88

Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
	678	176	714.15	334	-13.42	179	-710.36	332	-0.37	179	- 3906.52	331	-16.87
2.12	678	176	758.47	333	-12.62	179	-699.70	331	-0.42	179	- 3899.08	304	17.63
	679	176	758.47	333	-12.62	179	-698.81	331	-0.42	179	- 3992.32	304	17.83
2.13	679	176	888.29	182	-22.41	179	-681.41	176	0.39	176	- 3957.97	182	14.50
	680	176	888.29	182	-22.41	179	-677.00	176	0.39	179	- 4400.59	304	2.48
2.14	680	176	943.77	332	-12.28	179	-674.66	332	-0.39	179	- 4379.00	179	-3.01
	681	176	943.77	332	-12.28	179	-671.35	332	-0.39	179	-4715.50	197	-6.89
2.15	681	176	990.18	305	11.78	179	-655.83	332	-0.38	179	- 4692.46	197	-6.35
	682	176	990.18	305	11.78	179	-652.53	332	-0.38	179	-5019.55	305	11.42
2.16	682	176	1026.62	331	-12.18	179	-711.67	332	-0.45	179	- 4986.28	334	-10.50
	683	176	1026.62	331	-12.18	179	-708.36	332	-0.45	179	-5341.29	334	-16.36
2.17	683	176	1054.68	182	31.07	179	-604.00	304	0.32	179	-5314.74	334	-15.06
	684	176	1054.68	182	31.07	179	-602.02	304	0.32	179	- 5495.65	305	17.31
2.18	684	176	1070.63	181	-10.29	179	-650.76	331	-0.47	179	- 5472.59	305	17.90
	685	176	1070.63	181	-10.29	179	-649.44	331	-0.47	179	-5602.61	306	17.84
2.19	685	176	1188.22	182	-35.13	179	-593.86	176	0.38	179	-5576.61	182	15.85
	686	176	1188.22	182	-35.13	179	-590.56	176	0.38	179	- 5872.72	179	-3.08
2.20	686	176	1224.83	334	-12.99	179	-512.62	176	0.33	179	- 5860.98	179	-6.43
	687	176	1224.83	334	-12.99	179	-509.31	176	0.33	179	-6116.46	196	-10.75
2.21	687	176	1270.76	334	-11.57	179	-510.67	332	-0.32	179	-6116.81	304	7.59
	688	176	1270.76	334	-11.57	179	-507.37	332	-0.32	179	-6371.31	331	-12.02
2.22	688	176	1298.54	169	-27.86	179	-581.98	332	-0.42	179	- 6355.77	331	-11.03
	689	176	1298.54	169	-27.86	179	-578.68	332	-0.42	179	- 6645.93	332	-21.24
2.23	689	176	1329.24	196	20.08	179	-442.94	304	0.29	179	- 6644.09	332	-14.45
	690	176	1329.24	196	20.08	179	-440.30	304	0.29	179	- 6820.73	305	16.75
2.24	690	176	1343.85	196	13.42	179	-470.49	331	-0.35	179	- 6809.39	307	17.69
	691	176	1343.85	196	13.42	179	-468.72	331	-0.35	179	-6934.61	307	18.09
2.25	691	176	1438.75	182	-62.41	179	-470.54	176	0.39	179	- 6935.03	182	16.23
	692	176	1438.75	182	-62.41	179	-468.34	176	0.39	179	-7091.51	333	-5.67
2.26	692	176	1468.23	182	-17.99	179	-332.21	176	0.45	179	-7106.83	306	3.46
	693	176	1468.23	182	-17.99	179	-328.90	176	0.45	179	-7272.11	331	-10.08
2.27	693	176	1503.48	182	-43.40	179	-416.61	332	-0.34	179	- 7292.38	304	12.57
	694	176	1503.48	182	-43.40	179	-413.30	332	-0.34	179	- 7499.86	331	-17.79
2.28	694	176	1530.59	169	-14.39	179	-347.68	305	0.27	179	-7512.90	304	12.04
	695	176	1530.59	169	-14.39	179	-344.38	305	0.27	179	-7685.91	332	-17.45
2.29	695	176	1557.02	181	-23.49	179	-379.70	331	-0.28	179	- 7698.72	306	17.28
	696	176	1557.02	181	-23.49	179	-376.40	331	-0.28	179	- 7887.75	334	-17.04
2.30	696	176	1576.09	181	-12.85	179	-345.78	331	-0.29	179	-7893.01	307	17.04
	697	176	1576.09	181	-12.85	179	-343.58	331	-0.29	179	- 8007.90	307	14.86
2.31	697	176	1658.09	182	-30.22	179	-305.92	176	0.44	179	-8019.71	182	14.85
	698	176	1658.09	182	-30.22	179	-301.52	176	0.44	179	-8222.19	333	-10.02
2.32	698	176	1684.94	182	-27.33	179	-320.82	332	-0.24	179	-	304	10.28



**B3S - studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla**

via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994

☎ +39 0185 370127 📠 +39 0185 368280 ✉ b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
											8227.58		
	699	176	1684.94	182	-27.33	179	-317.52	332	-0.24	179	-8387.17	331	-17.21
2.33	699	176	1705.38	334	-5.85	179	-266.11	176	0.22	179	-8391.46	331	-13.64
	700	176	1705.38	334	-5.85	179	-262.81	176	0.22	179	-	331	-16.43
											8523.69		
2.34	700	176	1722.99	181	-11.25	179	-296.66	331	-0.20	179	-	304	15.88
											8526.02		
	701	176	1722.99	181	-11.25	179	-292.69	331	-0.20	179	-	332	-14.99
											8702.83		
2.35	701	176	1733.41	196	15.89	179	-259.88	168	-0.26	179	-	307	14.90
											8700.77		
	702	176	1733.41	196	15.89	179	-257.23	168	-0.26	179	-8804.19	307	13.74
2.36	702	176	1789.16	182	-28.93	179	-205.21	176	0.46	179	-	182	12.57
											8807.74		
	703	176	1789.16	182	-28.93	179	-201.91	176	0.46	179	-	306	10.22
											8909.52		
2.37	703	176	1804.38	182	-17.72	179	-202.00	334	-0.14	179	-	304	10.95
											8909.92		
	704	176	1804.38	182	-17.72	179	-198.70	334	-0.14	179	-9010.09	331	-14.91
2.38	704	176	1816.10	176	4.04	179	-169.60	176	0.14	179	-9012.04	331	-15.10
	705	176	1816.10	176	4.04	179	-166.29	176	0.14	179	-9096.01	331	-16.20
2.39	705	176	1823.68	181	-6.84	179	-184.70	332	-0.12	179	-	331	-15.06
											9094.99		
	706	176	1823.68	181	-6.84	179	-180.07	332	-0.12	179	-	332	-15.30
											9222.66		
2.40	706	176	1822.79	196	23.20	179	-134.94	176	-0.26	179	-	307	13.31
											9222.26		
	707	176	1822.79	196	23.20	179	-131.85	176	-0.26	179	-9284.51	179	14.32
2.41	707	176	1847.48	182	-39.30	332	-58.50	176	0.31	179	-	187	14.76
											9286.95		
	708	176	1847.48	182	-39.30	332	-56.87	176	0.31	179	-9298.15	306	11.33
2.42	708	176	1860.92	200	-14.38	332	-26.22	175	0.14	179	-9313.98	306	11.49
	709	176	1860.92	200	-14.38	305	27.98	175	0.14	179	-	333	-14.34
											9307.60		
2.43	709	176	1871.94	182	-8.13	298	-23.93	307	0.05	179	-9319.07	304	13.34
	710	176	1871.94	182	-8.13	325	24.20	307	0.05	179	-9318.57	331	-15.50
2.44	710	176	1869.67	184	-9.79	298	-27.37	185	-0.07	179	-9313.75	331	-14.92
	711	176	1869.67	184	-9.79	298	-24.92	185	-0.07	179	-	331	-15.27
											9325.77		
2.45	711	176	1862.22	182	17.93	181	52.37	182	0.07	179	-9316.45	331	-13.70
	712	176	1862.22	182	17.93	181	54.35	182	0.07	179	-9313.66	305	11.76
2.46	712	176	1847.88	195	23.55	322	41.54	177	-0.28	179	-	307	12.05
											9298.33		
	713	176	1847.88	195	23.55	322	44.15	177	-0.28	179	-	179	12.75
											9293.02		
2.47	713	176	1814.42	199	-25.55	184	157.91	175	0.19	179	-	184	13.58
											9290.58		
	714	176	1814.42	199	-25.55	184	162.31	175	0.19	179	-9189.09	333	-15.96
2.48	714	176	1815.75	187	-11.02	184	192.73	331	0.08	179	-9187.99	331	-14.44
	715	176	1815.75	187	-11.02	184	196.04	331	0.08	179	-	331	-16.18
											9094.68		
2.49	715	176	1808.63	184	-12.64	184	177.60	184	-0.15	179	-9096.13	331	-13.93
	716	176	1808.63	184	-12.64	184	180.91	184	-0.15	179	-9010.38	332	-14.81
2.50	716	176	1795.40	195	9.11	184	213.44	176	-0.12	179	-9012.03	331	-13.87
	717	176	1795.40	195	9.11	184	216.08	176	-0.12	179	-	332	-10.47
											8929.27		
2.51	717	176	1780.77	195	23.97	184	232.28	176	-0.37	179	-	307	9.73
											8936.56		
	718	176	1780.77	195	23.97	184	236.25	176	-0.37	179	-	195	12.66
											8800.59		
2.52	718	176	1717.62	182	-32.09	187	255.26	181	0.16	179	-	306	16.98
											8802.07		
	719	176	1717.62	182	-32.09	187	258.56	181	0.16	179	-	333	-15.43
											8676.56		
2.53	719	176	1706.04	181	4.81	187	332.39	331	0.20	179	-	331	-14.92

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max Fx  (kN)	Caso	Max Fy  (kN)	Caso	Max Fz  (kN)	Caso	Max Mx  (kN*m)	Caso	Max My  (kN*m)	Caso	Max Mz  (kN*m)
											8684.00		
	720	176	1706.04	181	4.81	187	335.70	331	0.20	179	-8519.93	331	-13.44
2.54	720	176	1688.97	184	-16.45	187	269.71	184	-0.26	179	-	332	-13.64
											8525.86		
	721	176	1688.97	184	-16.45	187	273.02	184	-0.26	179	-8393.12	332	-15.44
2.55	721	176	1668.24	182	18.92	187	360.46	331	0.24	179	-	332	-14.77
											8399.40		
	722	176	1668.24	182	18.92	187	363.76	331	0.24	179	-8221.30	332	-7.02
2.56	722	176	1639.88	195	16.97	187	320.98	176	-0.45	179	-8231.29	307	9.03
	723	176	1639.88	195	16.97	187	325.38	176	-0.45	179	-8019.76	195	11.91
2.57	723	176	1553.34	199	-22.26	187	414.74	181	0.33	179	-8022.91	306	17.04
	724	176	1553.34	199	-22.26	187	416.94	181	0.33	179	-	306	15.18
											7886.25		
2.58	724	176	1533.81	199	-17.70	187	398.99	331	0.20	179	-	304	15.48
											7898.32		
	725	176	1533.81	199	-17.70	187	402.29	331	0.20	179	-	332	-14.36
											7700.93		
2.59	725	176	1510.26	306	-6.18	187	429.81	331	0.25	179	-7711.52	332	-14.37
	726	176	1510.26	306	-6.18	187	433.11	331	0.25	179	-	332	-11.73
											7498.73		
2.60	726	176	1479.15	305	-9.70	187	419.64	176	-0.26	179	-	332	-11.82
											7508.50		
	727	176	1479.15	305	-9.70	187	423.60	176	-0.26	179	-	199	-6.82
											7259.05		
2.61	727	176	1447.39	182	22.29	187	467.14	334	0.26	179	-	332	-5.55
											7266.65		
	728	176	1447.39	182	22.29	187	469.79	334	0.26	179	-7081.61	195	4.41
2.62	728	176	1424.40	195	20.84	187	439.66	176	-0.56	179	-	182	6.67
											7087.53		
	729	176	1424.40	195	20.84	187	441.86	176	-0.56	179	-	195	13.47
											6942.57		
2.63	729	176	1311.51	199	-18.61	187	518.62	331	0.32	179	-	306	18.27
											6970.35		
	730	176	1311.51	199	-18.61	187	523.03	331	0.32	179	-	332	-12.53
											6626.99		
2.64	730	176	1275.82	187	-12.56	187	512.28	332	0.28	179	-6641.64	331	-12.61
	731	176	1275.82	187	-12.56	187	515.58	332	0.28	179	-	332	-11.69
											6387.58		
2.65	731	176	1233.01	332	12.50	187	548.66	332	0.34	179	-	332	-11.56
											6402.70		
	732	176	1233.01	332	12.50	187	553.28	332	0.34	179	-6021.06	199	-4.59
2.66	732	176	1192.69	305	-14.52	187	530.25	176	-0.37	179	-6034.18	199	-3.92
	733	176	1192.69	305	-14.52	187	532.23	176	-0.37	179	-	305	-3.17
											5876.56		
2.67	733	176	1158.75	182	34.84	187	596.11	176	-0.35	179	-	332	2.33
											5889.75		
	734	176	1158.75	182	34.84	187	599.42	176	-0.35	179	-	182	18.42
											5593.76		
2.68	734	176	1026.25	199	-29.76	187	584.70	331	0.31	179	-	306	20.18
											5635.07		
	735	176	1026.25	199	-29.76	187	588.01	331	0.31	179	-	331	-13.99
											5344.66		
2.69	735	176	983.64	306	-9.57	187	652.76	332	0.40	179	-	331	-14.96
											5362.44		
	736	176	983.64	306	-9.57	187	656.07	332	0.40	179	-5038.01	332	-11.21
2.70	736	176	942.55	306	-13.52	187	636.36	332	0.39	179	-	332	-9.24
											5057.62		
	737	176	942.55	306	-13.52	187	639.66	332	0.39	179	-4741.38	182	-8.50
2.71	737	176	903.20	334	13.72	187	668.46	332	0.42	179	-	182	-8.01
											4757.26		
	738	176	903.20	334	13.72	187	670.44	332	0.42	179	-4558.10	199	-5.60
2.72	738	176	843.95	182	22.88	187	670.86	334	0.35	179	-	199	-4.40
											4582.03		
	739	176	843.95	182	22.88	187	676.58	334	0.35	179	-	332	16.67
											4002.93		

Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
2.73	739	179	787.12	199	-20.56	187	735.88	331	0.44	179	- 4069.83	304	20.50
	740	179	787.12	199	-20.56	187	738.08	331	0.44	179	- 3825.82	306	15.50
2.74	740	179	747.67	187	-18.00	187	717.03	332	0.41	179	- 3848.62	304	15.19
	741	179	747.67	187	-18.00	187	720.34	332	0.41	179	-3491.72	332	-10.83
2.75	741	179	700.26	333	13.57	187	770.65	332	0.51	179	-3519.54	332	-11.45
	742	179	700.26	333	13.57	187	773.96	332	0.51	179	-3135.84	197	-7.49
2.76	742	179	653.77	305	-14.86	187	743.51	332	0.47	179	-3161.89	197	-7.26
	743	179	653.77	305	-14.86	187	746.15	332	0.47	179	- 2865.92	196	-6.76
2.77	743	179	599.40	195	21.92	187	790.57	332	0.51	179	- 2893.98	196	-4.84
	744	179	599.40	195	21.92	187	794.53	332	0.51	179	-2421.39	332	12.50
2.78	744	179	546.48	195	24.37	187	773.37	305	-0.39	179	- 2447.07	332	13.99
	745	179	546.48	195	24.37	187	775.57	305	-0.39	179	-2190.54	195	21.50
2.79	745	331	741.06	304	-26.31	184	832.43	331	0.54	179	- 2299.33	304	25.00
	746	331	741.06	304	-26.31	184	836.84	331	0.54	179	-1749.19	183	10.65
2.80	746	331	696.51	306	-26.59	184	831.12	332	0.56	179	-1792.61	331	-7.70
	747	331	696.51	306	-26.59	184	834.43	332	0.56	179	-1382.05	196	-10.42
2.81	747	331	653.51	333	20.65	184	864.46	331	0.61	179	-1421.23	195	-11.29
	748	331	653.51	333	20.65	184	867.76	331	0.61	179	-992.33	307	-16.41
2.82	748	304	-609.66	183	-23.27	184	864.27	331	0.55	179	-1029.93	305	-15.67
	749	304	-609.66	183	-23.27	184	867.57	331	0.55	179	-604.00	306	-26.06
2.83	749	304	-641.22	197	30.39	184	884.45	331	0.48	179	-633.54	305	-25.32
	750	304	-641.22	197	30.39	184	887.75	331	0.48	304	535.65	333	34.17
49.1	415	162	-23.80	188	-27.28	167	-943.93	177	0.24	168	63.74	304	-39.19
	416	162	-23.80	188	-27.28	167	-940.62	177	0.24	176	-412.62	305	-25.83
49.2	416	176	77.94	188	-26.96	167	-932.36	305	0.36	188	-389.99	305	-25.94
	417	176	77.94	188	-26.96	167	-929.06	305	0.36	180	-846.56	332	12.80
49.3	417	176	152.02	332	-26.30	167	-918.71	332	-0.44	180	-821.46	305	-12.88
	418	176	152.02	332	-26.30	167	-915.41	332	-0.44	179	-1265.44	180	-5.98
49.4	418	176	223.77	177	28.11	167	-913.88	305	0.45	179	-1224.46	180	-8.05
	419	176	223.77	177	28.11	167	-910.58	305	0.45	179	-1680.41	304	13.07
49.5	419	179	298.79	177	29.16	167	-893.87	332	-0.38	179	-1633.04	304	13.06
	420	179	298.79	177	29.16	167	-889.90	332	-0.38	176	-2167.97	304	28.27
49.6	420	176	334.35	177	27.86	167	-903.45	305	0.31	179	-2144.93	304	28.13
	421	176	334.35	177	27.86	167	-903.01	305	0.31	179	-2205.13	304	29.85
49.7	421	179	286.79	331	-19.82	167	-825.26	184	0.32	179	-2106.13	334	20.57
	422	179	286.79	331	-19.82	167	-823.06	184	0.32	176	- 2380.82	334	14.02
49.8	422	179	351.54	331	-19.11	167	-819.58	176	0.38	179	-2350.14	334	14.10
	423	179	351.54	331	-19.11	167	-816.27	176	0.38	179	- 2759.07	334	4.82
49.9	423	179	426.53	307	18.40	167	-801.10	334	-0.41	176	-2721.40	334	4.90
	424	179	426.53	307	18.40	167	-797.79	334	-0.41	176	-3121.08	304	5.15
49.10	424	179	496.17	334	-17.73	167	-800.39	332	-0.41	176	-3081.70	331	-5.01
	425	179	496.17	334	-17.73	167	-797.09	332	-0.41	179	-3481.03	331	-13.57
49.11	425	179	573.74	307	16.77	167	-778.50	176	0.34	176	-3431.76	331	-13.49
	426	179	573.74	307	16.77	167	-773.87	176	0.34	176	- 3975.04	334	-24.99
49.12	426	176	618.99	334	-16.47	167	-777.80	184	0.26	179	- 3944.72	334	-24.84
	427	176	618.99	334	-16.47	167	-776.92	184	0.26	179	- 4048.36	334	-27.02
49.13	427	176	603.93	332	-19.79	167	-716.98	184	0.32	179	- 3953.76	307	-18.75
	428	176	603.93	332	-19.79	167	-712.57	184	0.32	179	- 4430.27	307	-5.84
49.14	428	176	681.75	307	18.42	176	-705.87	176	0.38	179	- 4392.06	307	-5.92
	429	176	681.75	307	18.42	176	-702.57	176	0.38	179	-4744.16	304	4.12

**B3S - studio tecnico associato ing. sergio brizzolara & ing. stefano sturla**

via Cap. Renato Orsi, 31/20 - 16043 Chiavari (GE) P.I.V.A. e C.F. 01455710994

☎ +39 0185 370127 📠 +39 0185 368280 ✉ b3s@b3s.it - b3s@pec.b3s.it

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
49.15	429	179	743.07	334	-17.04	179	-688.91	334	-0.38	176	-4710.50	304	4.04
	430	179	743.07	334	-17.04	179	-685.61	334	-0.38	179	-5054.13	304	12.15
49.16	430	179	796.63	307	15.83	179	-684.11	176	0.36	179	-5021.90	304	12.03
	431	179	796.63	307	15.83	179	-680.81	176	0.36	179	-5363.13	305	19.80
49.17	431	176	835.32	307	14.89	179	-673.19	176	0.30	179	-	305	19.71
	432	176	835.32	307	14.89	179	-671.21	176	0.30	179	5335.44	305	24.13
49.18	432	179	856.91	307	14.04	176	-667.29	184	0.26	179	-5537.10	305	24.04
	433	179	856.91	307	14.04	176	-665.97	184	0.26	176	-	305	26.82
49.19	433	176	841.71	334	-18.64	167	-603.45	184	0.28	179	5520.72	334	14.15
	434	176	841.71	334	-18.64	167	-600.14	184	0.28	179	-	334	5.16
49.20	434	176	900.43	334	-16.75	176	-589.92	176	0.32	179	5883.20	176	-5.24
	435	176	900.43	334	-16.75	176	-586.62	176	0.32	179	-5855.61	304	4.31
49.21	435	176	954.50	334	-15.14	179	-576.98	334	-0.34	179	-6149.74	304	4.27
	436	176	954.50	334	-15.14	179	-573.67	334	-0.34	179	-6121.81	333	-11.32
49.22	436	179	1000.43	334	-13.33	179	-568.46	334	-0.32	179	-	331	-11.24
	437	179	1000.43	334	-13.33	179	-565.16	334	-0.32	179	6409.47	334	-17.73
49.23	437	179	1036.23	334	-11.87	176	-556.86	176	0.28	179	-	332	-17.64
	438	179	1036.23	334	-11.87	176	-554.21	176	0.28	179	-6642.10	334	-22.32
49.24	438	179	1060.69	334	-10.47	179	-548.81	184	0.23	176	-6864.31	334	-22.22
	439	179	1060.69	334	-10.47	179	-547.05	184	0.23	176	-	334	-24.97
49.25	439	179	1040.13	307	16.78	167	-485.66	184	0.23	179	-6991.85	307	-9.06
	440	179	1040.13	307	16.78	167	-483.46	184	0.23	179	-	179	-5.19
49.26	440	179	1082.88	307	14.76	176	-477.43	176	0.26	179	6934.27	179	-5.36
	441	179	1082.88	307	14.76	176	-474.13	176	0.26	179	-	331	-4.92
49.27	441	176	1129.67	307	12.75	176	-461.42	176	0.28	179	7076.99	331	-4.91
	442	176	1129.67	307	12.75	176	-458.12	176	0.28	179	-	333	-10.79
49.28	442	176	1168.96	307	10.54	176	-456.98	176	0.27	179	-7522.51	333	-10.73
	443	176	1168.96	307	10.54	176	-453.68	176	0.27	179	-	307	15.76
49.29	443	176	1201.01	176	8.60	176	-442.03	176	0.24	179	7500.70	307	15.69
	444	176	1201.01	176	8.60	176	-438.73	176	0.24	176	-	307	19.86
49.30	444	176	1223.89	176	8.67	176	-431.35	184	0.20	176	7926.77	307	19.77
	445	176	1223.89	176	8.67	176	-429.15	184	0.20	176	-7908.81	307	21.88
49.31	445	179	1221.17	307	12.63	167	-376.16	184	0.19	179	-	179	-6.14
	446	179	1221.17	307	12.63	167	-371.75	184	0.19	179	7999.94	304	6.19
49.32	446	179	1266.64	334	-9.69	176	-359.22	176	0.21	179	-	306	6.21
	447	179	1266.64	334	-9.69	176	-355.92	176	0.21	179	8229.00	306	10.75
49.33	447	176	1299.06	307	7.27	176	-349.53	176	0.21	179	-	306	10.72
	448	176	1299.06	307	7.27	176	-346.23	176	0.21	179	8390.42	307	14.20
49.34	448	179	1325.48	176	6.33	176	-334.69	176	0.19	179	-	307	14.15
	449	179	1325.48	176	6.33	176	-330.73	176	0.19	179	8547.09	307	16.83

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
49.35	449	179	1343.93	176	6.41	176	-323.08	184	0.15	179	-8731.22	334	-16.74
	450	179	1343.93	176	6.41	176	-320.44	184	0.15	179	- 8859.92	307	17.49
49.36	450	179	1335.01	307	9.24	167	-271.93	184	0.13	179	-8821.01	179	-5.55
	451	179	1335.01	307	9.24	167	-268.63	184	0.13	179	-8956.15	331	-8.15
49.37	451	176	1365.76	334	-6.46	176	-261.10	176	0.13	179	- 8944.27	333	-8.20
	452	176	1365.76	334	-6.46	176	-257.80	176	0.13	176	- 9073.99	333	-11.27
49.38	452	176	1390.94	176	5.43	167	-246.30	176	0.13	179	- 9062.36	306	11.27
	453	176	1390.94	176	5.43	167	-243.00	176	0.13	176	-9184.68	306	13.10
49.39	453	179	1409.58	176	5.29	176	-235.58	176	0.10	176	-9173.19	306	13.08
	454	179	1409.58	176	5.29	176	-230.95	176	0.10	176	- 9336.47	307	13.50
49.40	454	176	1417.01	176	5.23	179	-215.31	305	0.07	176	- 9328.97	307	13.42
	455	176	1417.01	176	5.23	179	-212.23	305	0.07	176	- 9428.72	176	13.55
49.41	455	176	1414.17	184	-30.97	167	-119.89	179	-0.09	176	-9413.80	184	13.82
	456	176	1414.17	184	-30.97	167	-117.68	179	-0.09	176	- 9453.39	306	10.99
49.42	456	176	1437.25	184	-30.63	167	-98.89	187	-0.15	176	- 9465.49	184	11.30
	457	176	1437.25	184	-30.63	167	-95.58	187	-0.15	176	-9514.10	307	12.47
49.43	457	176	1452.87	184	-2.10	297	-20.26	176	0.05	176	-9522.14	307	12.50
	458	176	1452.87	184	-2.10	184	20.11	176	0.05	176	-9518.40	307	12.66
49.44	458	176	1453.54	179	2.62	298	-19.29	187	-0.06	176	-9517.85	307	12.68
	459	176	1453.54	179	2.62	325	20.57	187	-0.06	176	- 9522.66	307	11.43
49.45	459	176	1441.48	179	32.36	184	69.46	176	0.12	176	-9514.95	307	11.41
	460	176	1441.48	179	32.36	184	71.44	176	0.12	176	- 9497.35	307	10.09
49.46	460	176	1417.47	179	31.06	171	130.93	184	0.09	176	- 9483.29	307	10.05
	461	176	1417.47	179	31.06	171	134.46	184	0.09	179	-9418.41	176	14.37
49.47	461	176	1419.17	184	-6.08	184	228.24	179	-0.06	179	- 9435.68	184	14.55
	462	176	1419.17	184	-6.08	184	232.64	179	-0.06	179	- 9289.45	334	-14.45
49.48	462	179	1410.27	184	-5.97	187	247.02	184	-0.11	176	- 9297.87	334	-14.53
	463	179	1410.27	184	-5.97	187	250.33	184	-0.11	176	-9179.25	307	12.79
49.49	463	179	1392.89	184	-6.31	184	257.25	184	-0.13	176	-9189.81	307	12.83
	464	179	1392.89	184	-6.31	184	260.56	184	-0.13	179	- 9065.89	334	-9.88
49.50	464	176	1369.66	332	8.23	171	267.01	184	-0.13	179	- 9076.94	333	-9.89
	465	176	1369.66	332	8.23	171	269.65	184	-0.13	179	- 8974.28	333	-6.64
49.51	465	176	1337.93	307	-11.09	171	281.68	176	-0.13	179	- 8986.90	331	-6.61
	466	176	1337.93	307	-11.09	171	285.64	176	-0.13	179	- 8823.33	187	-4.00
49.52	466	176	1348.23	184	-6.76	187	332.98	176	-0.15	179	- 8870.64	334	-19.14
	467	176	1348.23	184	-6.76	187	336.29	176	-0.15	176	- 8708.83	307	16.99
49.53	467	176	1328.36	184	-7.26	184	351.39	184	-0.20	179	-8725.17	307	17.09
	468	176	1328.36	184	-7.26	184	354.70	184	-0.20	179	- 8554.32	334	-13.57
49.54	468	176	1302.75	334	9.41	187	358.20	184	-0.21	179	- 8570.80	307	13.63
	469	176	1302.75	334	9.41	187	361.50	184	-0.21	179	-8396.41	306	9.04
49.55	469	179	1269.22	307	-11.75	184	374.37	184	-0.21	176	-8414.40	306	9.09

Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max Fx  (kN)	Caso	Max Fy  (kN)	Caso	Max Fz  (kN)	Caso	Max Mx  (kN*m)	Caso	Max My  (kN*m)	Caso	Max Mz  (kN*m)
	470	179	1269.22	307	-11.75	184	377.67	184	-0.21	179	- 8232.09	304	3.38
49.56	470	179	1222.83	334	14.69	171	385.55	176	-0.19	176	- 8253.04	331	-3.37
	471	179	1222.83	334	14.69	171	389.96	176	-0.19	179	-8001.85	334	6.73
49.57	471	179	1231.32	184	-9.31	187	447.38	176	-0.19	176	- 8059.45	307	22.95
	472	179	1231.32	184	-9.31	187	449.59	176	-0.19	176	-7913.58	307	20.10
49.58	472	179	1207.75	334	10.54	187	456.27	184	-0.24	176	-7931.81	307	20.21
	473	179	1207.75	334	10.54	187	459.57	184	-0.24	176	- 7708.37	307	14.98
49.59	473	176	1175.24	307	-12.57	184	471.88	184	-0.28	179	- 7730.24	334	-15.05
	474	176	1175.24	307	-12.57	184	475.19	184	-0.28	179	- 7499.03	333	-8.87
49.60	474	179	1131.56	307	-14.94	187	477.38	184	-0.28	176	-7523.01	333	-8.97
	475	179	1131.56	307	-14.94	187	481.35	184	-0.28	176	-7241.98	187	-2.35
49.61	475	179	1084.90	307	-16.92	184	493.70	184	-0.26	176	- 7263.55	187	-2.18
	476	179	1084.90	307	-16.92	184	496.34	184	-0.26	179	- 7070.04	307	-6.96
49.62	476	176	1047.09	307	-18.70	171	501.27	176	-0.23	179	- 7086.48	307	-6.92
	477	176	1047.09	307	-18.70	171	503.47	176	-0.23	179	- 6922.66	307	-13.10
49.63	477	179	1058.43	334	13.50	187	557.14	176	-0.25	179	- 6993.02	334	-26.02
	478	179	1058.43	334	13.50	187	561.55	176	-0.25	176	- 6627.44	332	-17.06
49.64	478	179	1011.44	307	-15.73	184	580.58	184	-0.32	176	- 6658.43	334	-17.18
	479	179	1011.44	307	-15.73	184	583.88	184	-0.32	179	-6373.11	331	-9.39
49.65	479	176	955.36	334	17.63	184	587.92	184	-0.33	179	- 6404.80	331	-9.49
	480	176	955.36	334	17.63	184	592.55	184	-0.33	179	- 5999.36	334	3.12
49.66	480	179	902.31	307	-19.24	187	603.03	184	-0.31	176	- 6025.47	334	3.05
	481	179	902.31	307	-19.24	187	605.02	184	-0.31	176	-5847.81	334	8.69
49.67	481	176	854.94	331	20.80	171	612.90	176	-0.28	179	-5869.10	334	8.63
	482	176	854.94	331	20.80	171	616.20	176	-0.28	179	-5567.31	334	18.99
49.68	482	176	870.31	307	-17.35	187	666.55	176	-0.28	179	- 5653.08	305	28.50
	483	176	870.31	307	-17.35	187	669.85	176	-0.28	179	- 5324.54	305	19.86
49.69	483	176	821.61	307	-18.85	184	683.56	334	0.35	179	- 5356.72	305	20.00
	484	176	821.61	307	-18.85	184	686.87	334	0.35	179	-5019.89	304	10.63
49.70	484	176	769.00	307	-20.06	184	693.61	307	-0.39	176	-5051.32	304	10.76
	485	176	769.00	307	-20.06	184	696.91	307	-0.39	179	-4709.17	331	-1.15
49.71	485	176	721.08	332	21.04	184	701.18	334	0.38	179	- 4735.46	304	1.23
	486	176	721.08	332	21.04	184	703.16	334	0.38	179	- 4528.33	334	5.60
49.72	486	179	648.32	304	-22.51	171	717.85	176	-0.33	176	- 4562.46	334	5.46
	487	179	648.32	304	-22.51	171	723.58	176	-0.33	176	- 3947.36	307	-24.86
49.73	487	179	660.41	334	20.36	171	773.13	176	-0.29	176	- 4056.87	331	-30.89
	488	179	660.41	334	20.36	171	775.33	176	-0.29	176	- 3802.79	331	-24.14
49.74	488	179	613.13	334	21.34	171	781.57	334	0.41	176	- 3834.52	331	-24.28
	489	179	613.13	334	21.34	171	784.88	334	0.41	176	-	331	-13.65

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
											3448.97		
49.75	489	179	553.74	332	21.87	171	795.77	332	0.47	176	-	331	-13.77
	490	179	553.74	332	21.87	171	799.08	332	0.47	176	-	183	5.84
49.76	490	179	496.05	331	22.70	171	801.28	332	0.48	176	-3124.30	183	5.96
	491	179	496.05	331	22.70	171	803.93	332	0.48	176	-2808.18	334	6.29
49.77	491	322	433.99	331	23.22	171	815.26	332	0.43	179	-	334	6.18
	492	322	433.99	331	23.22	171	819.23	332	0.43	179	-2357.11	334	20.01
49.78	492	322	412.39	331	24.39	171	825.62	332	0.35	179	-	334	19.93
	493	322	412.39	331	24.39	171	827.82	332	0.35	179	-2113.80	334	28.02
49.79	493	322	434.44	183	-43.18	171	865.33	331	0.49	179	-	331	-39.81
	494	322	434.44	183	-43.18	171	869.73	331	0.49	179	-1676.04	331	-15.00
49.80	494	322	410.39	183	-44.59	171	886.05	331	0.62	179	-1722.26	331	-15.16
	495	322	410.39	183	-44.59	171	889.35	331	0.62	179	-1285.91	183	-10.39
49.81	495	322	388.37	304	-38.16	171	895.59	304	-0.58	179	-1323.98	175	-7.40
	496	322	388.37	304	-38.16	171	898.90	304	-0.58	179	-882.61	304	-22.90
49.82	496	323	364.48	331	38.57	171	907.58	332	0.43	179	-916.77	183	-25.24
	497	323	364.48	331	38.57	171	910.89	332	0.43	176	-469.69	304	-41.94
49.83	497	323	337.39	304	-38.91	171	919.87	304	-0.22	179	-501.37	304	-41.84
	498	323	337.39	304	-38.91	171	923.17	304	-0.22	323	-240.73	304	-61.29
3.1	750	183	-42.58	304	43.05	179	56.72	331	-0.05	179	-24.34	331	34.11
	622	183	-42.58	304	43.05	179	57.53	331	-0.05	183	-13.74	332	12.66
3.2	622	187	-29.98	331	-43.79	179	68.21	333	-0.08	179	-16.76	332	12.52
	563	187	-29.98	331	-43.79	179	69.02	333	-0.08	179	17.54	331	-9.39
3.3	563	179	-66.04	332	-44.82	179	78.02	307	0.05	178	-31.30	304	9.40
	498	179	-66.04	332	-44.82	178	213.60	307	0.05	178	55.05	332	-31.38
4.1	745	179	-163.33	331	-47.53	175	-44.44	332	-0.03	175	26.40	331	35.75
	619	179	-163.33	331	-47.53	175	-43.63	332	-0.03	179	14.63	332	12.05
4.2	619	179	-163.93	332	-47.25	307	-30.72	332	-0.06	176	14.43	332	12.37
	560	179	-163.93	332	-47.25	307	-30.12	332	-0.06	179	17.03	331	-11.29
4.3	560	179	-174.81	332	-47.66	332	31.40	176	0.04	176	11.17	331	-11.24
	493	179	-174.81	332	-47.66	332	32.00	176	0.04	179	22.17	332	-35.03
5.1	739	179	-275.67	331	-39.36	175	-24.04	332	-0.02	176	35.37	331	30.11
	618	179	-275.67	331	-39.36	175	-23.23	332	-0.02	179	25.78	332	10.52
5.2	618	179	-270.32	332	-39.87	334	16.84	332	-0.05	176	27.56	332	10.56
	559	179	-270.32	332	-39.87	334	17.44	332	-0.05	179	26.14	331	-9.42
5.3	559	179	-274.38	332	-40.57	332	21.84	176	0.03	179	24.98	331	-9.19
	487	179	-274.38	332	-40.57	332	22.44	176	0.03	179	30.22	332	-29.44
6.1	734	179	-375.87	331	-33.89	178	-19.75	332	-0.02	179	45.61	331	25.66
	616	179	-375.87	331	-33.89	178	-18.94	332	-0.02	176	36.38	332	8.77
6.2	616	179	-368.88	332	-33.91	332	12.21	332	-0.04	179	39.06	332	8.92
	557	179	-368.88	332	-33.91	332	12.81	332	-0.04	179	36.00	331	-8.06
6.3	557	179	-371.67	332	-34.18	332	17.72	176	0.03	179	35.84	331	-7.98
	482	179	-371.67	332	-34.18	332	18.32	176	0.03	179	39.89	332	-25.04
7.1	729	179	-455.93	331	-28.20	179	-22.65	332	-0.02	179	58.41	331	21.25
	615	179	-455.93	331	-28.20	179	-21.84	332	-0.02	176	47.80	332	7.20
7.2	615	179	-450.46	332	-27.93	332	10.77	332	-0.03	179	48.64	332	7.42
	556	179	-450.46	332	-27.93	332	11.37	332	-0.03	176	45.46	331	-6.57
7.3	556	179	-453.04	332	-28.16	181	17.38	176	0.03	179	44.52	331	-6.57
	477	179	-453.04	332	-28.16	181	18.19	176	0.03	176	48.88	332	-20.62
8.1	723	179	-521.60	331	-21.02	179	-24.54	332	-0.01	179	67.18	331	16.00
	614	179	-521.60	331	-21.02	179	-23.73	332	-0.01	176	55.71	332	5.55
8.2	614	179	-515.65	332	-21.09	332	10.47	332	-0.02	179	56.59	334	5.55
	555	179	-515.65	332	-21.09	332	11.07	332	-0.02	176	52.11	331	-5.03
8.3	555	179	-517.09	332	-21.50	181	18.42	176	0.02	179	51.90	333	-4.91
	471	179	-517.09	332	-21.50	181	19.23	176	0.02	176	55.59	332	-15.62
9.1	718	179	-573.60	331	-13.67	179	-29.89	332	-0.01	179	72.87	331	10.37
	612	179	-573.60	331	-13.67	179	-29.08	332	-0.01	176	58.69	332	3.58
9.2	612	179	-562.75	332	-13.69	179	-16.60	184	0.02	179	63.30	332	3.61
	553	179	-562.75	332	-13.69	179	-15.79	184	0.02	176	55.73	331	-3.26



Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
9.3	553	179	-560.67	332	-13.87	181	16.80	176	0.02	179	58.54	331	-3.21
	466	179	-560.67	332	-13.87	181	17.61	176	0.02	176	58.15	332	-10.11
10.1	713	179	-597.74	184	16.37	179	-78.60	179	0.01	179	89.09	184	-5.50
	611	179	-597.74	184	16.37	179	-77.79	179	0.01	175	50.61	179	3.68
10.2	611	179	-561.93	307	5.73	187	-34.30	184	0.01	179	67.70	184	-1.82
	552	179	-561.93	307	5.73	187	-33.49	184	0.01	176	51.30	333	-1.35
10.3	552	179	-564.97	179	-14.99	181	17.58	180	0.00	179	57.27	184	4.39
	461	179	-564.97	179	-14.99	181	18.40	180	0.00	176	64.00	334	-4.18
11.1	707	179	-595.42	176	-11.72	179	-89.28	184	-0.01	179	92.62	176	3.64
	610	179	-595.42	176	-11.72	179	-88.47	184	-0.01	177	50.34	187	-2.59
11.2	610	179	-561.76	333	2.49	187	-36.65	176	-0.01	179	67.95	176	1.34
	551	179	-561.76	333	2.49	187	-35.84	176	-0.01	176	50.42	334	0.63
11.3	551	179	-563.85	187	11.09	184	26.55	307	0.00	179	54.28	176	-3.30
	455	179	-563.85	187	11.09	184	27.36	307	0.00	176	66.52	187	2.57
12.1	702	179	-567.47	332	10.54	179	-32.20	331	0.01	179	75.06	332	-7.97
	609	179	-567.47	332	10.54	179	-31.39	331	0.01	176	59.85	331	-2.73
12.2	609	179	-557.39	331	10.55	179	-19.34	332	0.02	179	63.80	331	-2.75
	550	179	-557.39	331	10.55	179	-18.53	332	0.02	176	54.93	332	2.54
12.3	550	179	-554.77	331	10.67	181	17.91	184	-0.02	179	57.85	332	2.50
	450	179	-554.77	331	10.67	181	18.72	184	-0.02	176	57.97	331	7.81
13.1	697	179	-512.98	334	17.64	187	-26.67	331	0.02	179	66.98	332	-13.41
	608	179	-512.98	334	17.64	187	-25.86	331	0.02	176	54.52	331	-4.62
13.2	608	179	-505.68	331	17.83	187	-11.35	332	0.03	179	56.48	331	-4.61
	549	179	-505.68	331	17.83	187	-10.53	332	0.03	176	51.64	332	4.32
13.3	549	179	-506.30	331	18.13	181	17.11	184	-0.02	179	51.84	334	4.21
	445	179	-506.30	331	18.13	181	17.92	184	-0.02	176	54.70	331	13.24
14.1	691	179	-462.92	332	24.39	187	-25.77	331	0.02	179	59.11	332	-18.44
	607	179	-462.92	332	24.39	187	-24.96	331	0.02	176	47.42	331	-6.27
14.2	607	179	-457.33	331	24.39	332	10.09	332	0.04	179	48.84	331	-6.38
	548	179	-457.33	331	24.39	332	10.69	332	0.04	176	46.30	332	5.83
14.3	548	179	-459.82	331	24.62	181	22.46	184	-0.03	179	44.45	332	5.77
	439	179	-459.82	331	24.62	181	23.27	184	-0.03	176	50.90	331	18.06
15.1	685	179	-378.43	332	29.68	188	-24.19	331	0.02	179	49.30	332	-22.72
	605	179	-378.43	332	29.68	188	-23.38	331	0.02	176	38.54	331	-7.90
15.2	605	179	-372.76	331	30.06	332	8.63	332	0.04	179	39.85	331	-7.96
	546	179	-372.76	331	30.06	332	9.23	332	0.04	176	37.47	332	7.08
15.3	546	179	-375.12	331	30.32	181	21.94	184	-0.03	179	35.85	332	6.97
	433	179	-375.12	331	30.32	181	22.75	184	-0.03	176	42.00	331	22.11
16.1	679	179	-260.42	332	32.90	188	-25.68	331	0.03	179	36.33	332	-25.07
	604	179	-260.42	332	32.90	188	-24.87	331	0.03	176	25.14	331	-8.65
16.2	604	179	-252.03	331	33.35	188	-10.60	332	0.05	179	29.13	331	-8.70
	545	179	-252.03	331	33.35	188	-9.79	332	0.05	176	25.22	332	7.99
16.3	545	179	-252.68	331	33.75	181	18.81	184	-0.04	179	24.62	332	7.81
	427	179	-252.68	331	33.75	181	19.62	184	-0.04	176	29.60	331	24.67
17.1	673	179	-176.49	332	36.57	180	-49.99	331	0.03	180	26.31	332	-27.55
	603	179	-176.49	332	36.57	180	-49.18	331	0.03	176	12.71	331	-9.30
17.2	603	179	-172.47	331	36.45	184	9.63	332	0.05	179	14.65	331	-9.47
	544	179	-172.47	331	36.45	184	10.44	332	0.05	184	18.30	332	8.78
17.3	544	179	-180.73	331	37.12	185	49.10	184	-0.04	179	10.99	332	8.61
	421	179	-180.73	331	37.12	185	49.91	184	-0.04	185	28.36	331	27.15
18.1	667	177	-68.50	332	29.49	187	65.32	331	0.03	187	-26.42	332	-23.39
	602	177	-68.50	332	29.49	187	66.13	331	0.03	177	-12.30	331	-8.67
18.2	602	180	-63.80	332	30.52	187	79.14	332	0.05	187	-20.09	331	-8.52
	542	180	-63.80	332	30.52	187	79.95	332	0.05	187	19.68	332	6.76
18.3	542	188	-107.89	331	31.38	187	87.34	184	-0.04	188	-39.11	332	6.43
	415	188	-107.89	331	31.38	188	224.64	184	-0.04	188	52.76	331	22.10
50.1	493	175	-189.70	306	47.36	304	-32.30	332	-0.03	181	17.14	306	-34.93
	372	175	-189.70	306	47.36	304	-31.70	332	-0.03	179	14.43	307	-11.28
50.2	372	175	-188.50	306	47.19	331	30.97	306	0.06	307	13.59	307	-11.35
	311	175	-188.50	306	47.19	331	31.57	306	0.06	179	20.26	306	12.28
50.3	311	175	-202.63	307	47.16	179	41.75	184	0.04	307	10.65	306	11.97
	241	175	-202.63	307	47.16	179	42.56	184	0.04	179	26.59	307	35.49
51.1	487	176	-272.82	306	40.39	306	-22.30	332	-0.03	176	30.61	306	-29.42
	371	176	-272.82	306	40.39	306	-21.70	332	-0.03	176	24.62	307	-9.26



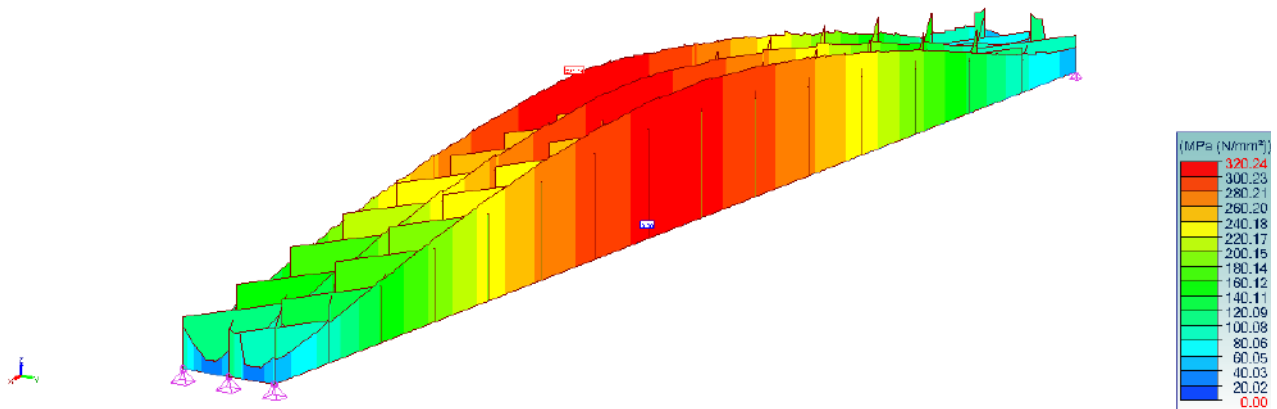
Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
51.2	371	176	-267.39	306	39.99	304	-18.10	306	0.05	176	26.84	307	-9.42
	310	176	-267.39	306	39.99	304	-17.50	306	0.05	179	27.06	306	10.62
51.3	310	176	-272.88	307	39.14	179	22.96	184	0.04	176	25.28	306	10.57
	235	176	-272.88	307	39.14	179	23.77	184	0.04	179	36.26	307	30.05
52.1	482	176	-375.84	306	34.08	178	-18.70	332	-0.02	176	42.32	306	-24.99
	369	176	-375.84	306	34.08	178	-17.89	332	-0.02	176	34.25	307	-7.99
52.2	369	176	-368.56	306	33.85	306	-12.64	307	0.04	176	37.74	307	-8.07
	308	176	-368.56	306	33.85	306	-12.04	307	0.04	176	37.56	306	8.88
52.3	308	176	-372.99	307	33.79	332	14.63	184	0.04	179	37.08	306	8.74
	230	176	-372.99	307	33.79	332	15.23	184	0.04	176	44.05	307	25.58
53.1	477	176	-459.11	306	28.13	187	-22.72	332	-0.02	179	52.24	306	-20.59
	368	176	-459.11	306	28.13	187	-21.91	332	-0.02	176	42.43	307	-6.56
53.2	368	176	-450.21	306	27.87	306	-11.54	184	0.04	179	48.10	307	-6.56
	307	176	-450.21	306	27.87	306	-10.94	184	0.04	176	46.16	306	7.39
53.3	307	176	-451.47	307	28.28	185	15.86	184	0.03	179	48.68	306	7.16
	225	176	-451.47	307	28.28	185	16.67	184	0.03	176	55.67	307	21.26
54.1	471	176	-527.82	306	21.51	179	-25.86	332	-0.01	179	60.41	306	-15.63
	367	176	-527.82	306	21.51	179	-25.05	332	-0.01	176	48.97	307	-4.93
54.2	367	176	-517.83	307	21.10	306	-10.81	184	0.03	179	55.69	307	-5.04
	306	176	-517.83	307	21.10	306	-10.21	184	0.03	176	53.58	306	5.54
54.3	306	176	-516.99	307	21.08	177	14.63	184	0.02	179	58.33	306	5.54
	219	176	-516.99	307	21.08	177	15.44	184	0.02	176	64.03	307	16.04
55.1	466	176	-578.67	306	13.91	179	-24.96	332	-0.01	179	65.62	306	-10.12
	365	176	-578.67	306	13.91	179	-24.15	332	-0.01	176	54.59	307	-3.21
55.2	365	176	-567.25	307	13.70	179	-12.39	184	0.02	179	62.19	307	-3.26
	304	176	-567.25	307	13.70	179	-11.58	184	0.02	176	57.73	306	3.61
55.3	304	176	-566.27	307	13.76	177	14.57	184	0.02	179	62.67	306	3.58
	214	176	-566.27	307	13.76	177	15.38	184	0.02	176	67.35	307	10.43
56.1	461	176	-621.53	331	-5.84	187	-31.20	183	0.00	179	70.95	306	-4.17
	364	176	-621.53	331	-5.84	187	-30.39	183	0.00	176	56.83	307	-1.39
56.2	364	176	-607.01	333	-5.67	187	-15.62	184	0.01	179	66.99	307	-1.37
	303	176	-607.01	333	-5.67	187	-14.81	184	0.01	176	60.99	333	-1.54
56.3	303	176	-602.42	334	-5.80	183	13.71	187	0.01	179	68.65	331	-1.57
	209	176	-602.42	334	-5.80	183	14.52	187	0.01	176	70.55	334	-4.43
57.1	455	176	-618.78	176	-3.08	179	-32.78	184	-0.01	179	71.30	176	2.11
	363	176	-618.78	176	-3.08	179	-31.96	184	-0.01	176	56.35	306	0.65
57.2	363	176	-604.90	176	-2.73	179	-16.82	176	-0.01	179	66.98	304	0.63
	302	176	-604.90	176	-2.73	179	-16.01	176	-0.01	176	60.39	176	-0.90
57.3	302	176	-600.07	176	-3.59	175	17.13	176	-0.01	179	68.09	332	0.73
	203	176	-600.07	176	-3.59	175	17.94	176	-0.01	176	71.52	176	-2.47
58.1	450	176	-573.87	176	-11.48	179	-27.70	184	-0.01	179	65.97	176	8.50
	362	176	-573.87	176	-11.48	179	-26.89	184	-0.01	176	53.57	176	2.76
58.2	362	176	-562.98	176	-11.24	307	-10.34	176	-0.02	179	61.20	176	2.81
	301	176	-562.98	176	-11.24	307	-9.74	176	-0.02	176	58.34	176	-2.81
58.3	301	176	-561.27	176	-11.02	175	15.31	176	-0.02	179	64.02	176	-2.80
	198	176	-561.27	176	-11.02	175	16.12	176	-0.02	176	68.84	176	-8.30
59.1	445	176	-518.63	307	-18.22	187	-24.43	331	0.01	179	59.69	307	13.31
	361	176	-518.63	307	-18.22	187	-23.62	331	0.01	176	49.01	306	4.22
59.2	361	176	-509.17	307	-17.94	307	-10.14	176	-0.03	179	55.60	306	4.34
	300	176	-509.17	307	-17.94	307	-9.54	176	-0.03	176	52.93	307	-4.64
59.3	300	176	-509.76	306	-17.70	183	16.95	176	-0.02	179	56.35	307	-4.65
	193	176	-509.76	306	-17.70	183	17.76	176	-0.02	176	63.01	306	-13.48
60.1	439	176	-468.87	307	-24.63	187	-29.83	331	0.02	179	55.18	307	18.07
	360	176	-468.87	307	-24.63	187	-29.02	331	0.02	176	42.02	306	5.76
60.2	360	176	-459.56	307	-24.42	307	-10.97	176	-0.04	179	49.44	306	5.83
	299	176	-459.56	307	-24.42	307	-10.37	176	-0.04	176	46.00	307	-6.39
60.3	299	176	-459.69	306	-24.41	185	18.15	176	-0.03	179	49.32	307	-6.28
	187	176	-459.69	306	-24.41	185	18.96	176	-0.03	176	56.90	307	-18.47
61.1	433	176	-385.59	307	-30.27	187	-27.59	331	0.02	179	45.90	307	22.08
	358	176	-385.59	307	-30.27	187	-26.78	331	0.02	176	33.93	306	6.96
61.2	358	176	-377.27	307	-30.04	199	-9.57	176	-0.04	179	40.20	306	7.06
	297	176	-377.27	307	-30.04	199	-8.76	176	-0.04	176	37.57	307	-7.97
61.3	297	176	-378.18	306	-29.65	183	17.06	176	-0.03	179	40.50	307	-7.90
	181	176	-378.18	306	-29.65	183	17.87	176	-0.03	176	47.70	307	-22.70

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
62.1	427	176	-259.25	307	-33.87	179	-23.38	331	0.03	179	32.62	307	24.64
	357	176	-259.25	307	-33.87	179	-22.57	331	0.03	184	23.02	306	7.72
62.2	357	176	-253.64	307	-32.97	196	-7.41	176	-0.05	179	27.99	306	7.94
	296	176	-253.64	307	-32.97	196	-6.60	176	-0.05	176	26.68	307	-8.55
62.3	296	176	-257.69	306	-33.00	175	20.59	176	-0.04	187	26.83	307	-8.49
	175	176	-257.69	306	-33.00	175	21.40	176	-0.04	176	35.77	306	-24.96
63.1	421	176	-180.98	307	-36.92	180	-27.74	331	0.03	180	24.34	307	27.10
	356	176	-180.98	307	-36.92	180	-26.93	331	0.03	184	13.02	306	8.66
63.2	356	176	-177.62	307	-36.52	304	-8.76	176	-0.05	180	18.81	306	8.78
	295	176	-177.62	307	-36.52	304	-8.16	176	-0.05	176	18.34	307	-9.50
63.3	295	176	-188.50	306	-36.41	176	26.20	176	-0.04	187	10.53	307	-9.34
	169	176	-188.50	306	-36.41	176	27.01	176	-0.04	176	22.59	306	-27.52
64.1	415	185	-116.10	307	-31.46	179	52.85	331	0.03	179	-20.07	307	22.11
	355	185	-116.10	307	-31.46	179	53.66	331	0.03	332	-8.82	306	6.40
64.2	355	185	-126.22	306	-30.51	187	69.54	176	-0.05	187	-19.19	306	6.77
	293	185	-126.22	306	-30.51	187	70.35	176	-0.05	179	16.49	188	13.21
64.3	293	188	-160.76	306	-29.49	187	90.59	177	-0.05	188	-33.25	188	12.53
	163	188	-160.76	306	-29.49	187	91.41	177	-0.05	187	23.02	188	25.24
65.1	498	186	80.68	183	54.24	187	57.24	331	-0.05	187	-20.25	304	-31.44
	375	186	80.68	183	54.24	187	58.06	331	-0.05	161	8.58	334	9.39
65.2	375	160	70.65	183	51.69	179	61.76	305	0.08	179	-15.56	307	-9.39
	314	160	70.65	183	51.69	179	62.57	305	0.08	187	15.96	183	23.21
65.3	314	179	-67.64	183	49.26	179	74.78	307	0.05	179	-18.97	183	23.94
	246	179	-67.64	183	49.26	179	75.59	307	0.05	178	27.91	183	48.57
19.1	750	331	224.32	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	493	331	224.32	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
20.1	246	307	224.21	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	493	307	224.21	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
66.1	498	307	184.99	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	745	307	184.98	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
67.1	498	331	185.26	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	241	331	185.26	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
68.1	745	331	229.11	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	487	331	229.10	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
69.1	241	176	274.06	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	487	176	274.06	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
70.1	493	176	242.85	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	739	176	242.85	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
71.1	493	331	204.01	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	235	331	204.01	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
72.1	739	331	232.93	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	482	331	232.93	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
73.1	235	176	344.30	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	482	176	344.30	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
74.1	487	176	315.45	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	734	176	315.44	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
75.1	487	331	217.80	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	230	331	217.79	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
76.1	734	179	284.19	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	477	179	284.19	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
77.1	230	176	399.22	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	477	176	399.21	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
78.1	482	176	375.20	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	729	176	375.20	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
79.1	482	179	259.04	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	225	179	259.03	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
80.1	729	179	338.70	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	471	179	338.69	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
81.1	225	176	440.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	471	176	440.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
82.1	477	176	422.73	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	723	176	422.72	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
83.1	477	179	321.37	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	219	179	321.37	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00

Inviluppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max/Fx/ (kN)	Caso	Max/Fy/ (kN)	Caso	Max/Fz/ (kN)	Caso	Max/Mx/ (kN*m)	Caso	Max/My/ (kN*m)	Caso	Max/Mz/ (kN*m)
84.1	723	179	383.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	466	179	383.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
85.1	219	176	466.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	466	176	466.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
86.1	471	176	455.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	718	176	455.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
87.1	471	179	375.65	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	214	179	375.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
88.1	718	179	422.61	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	461	179	422.61	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
89.1	214	176	474.10	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	461	176	474.10	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
90.1	466	176	469.41	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	713	176	469.41	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
91.1	466	179	424.96	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	209	179	424.96	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
92.1	713	176	456.97	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	455	176	456.97	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
93.1	209	179	463.39	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	455	179	463.39	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
94.1	461	176	458.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	707	176	458.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
95.1	461	179	465.77	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	203	179	465.77	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
96.1	707	176	468.02	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	450	176	468.02	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
97.1	203	179	423.12	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	450	179	423.12	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
98.1	455	179	422.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	702	179	422.31	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
99.1	455	176	475.41	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	198	176	475.41	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
100.1	702	176	453.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	445	176	453.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
101.1	198	179	373.74	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	445	179	373.74	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
102.1	450	179	383.60	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	697	179	383.60	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
103.1	450	176	468.33	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	193	176	468.33	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
104.1	697	176	420.96	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	439	176	420.97	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
105.1	193	179	319.96	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	439	179	319.96	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
106.1	445	179	336.91	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	691	179	336.92	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
107.1	445	176	441.23	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	187	176	441.24	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
108.1	691	176	372.48	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	433	176	372.48	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
109.1	187	179	255.66	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	433	179	255.66	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
110.1	439	179	279.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	685	179	279.65	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
111.1	439	176	399.44	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	181	176	399.44	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
112.1	685	176	311.93	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	427	176	311.94	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
113.1	181	331	208.88	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	427	331	208.88	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
114.1	433	182	224.38	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	679	182	224.38	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
115.1	433	176	345.84	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	175	176	345.84	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00

Involuppi globali delle forze degli elementi lineari (sistema di coordinate locale)													
Nr.	Posizione dei risultati	Caso	Max Fx  (kN)	Caso	Max Fy  (kN)	Caso	Max Fz  (kN)	Caso	Max Mx  (kN*m)	Caso	Max My  (kN*m)	Caso	Max Mz  (kN*m)
116.1	679	176	237.02	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	421	176	237.02	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
117.1	175	332	181.33	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	421	332	181.33	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
118.1	427	332	191.99	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	673	332	192.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
119.1	427	176	273.06	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	169	176	273.07	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
120.1	673	176	138.63	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	415	176	138.64	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
121.1	169	332	138.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	415	332	138.01	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
122.1	421	332	155.53	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	667	332	155.53	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
123.1	421	176	180.98	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
	163	176	180.98	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00

Vista UTENTE  
Analisi:1-17, 101-343 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
Lineare : Sv  
Assi locali



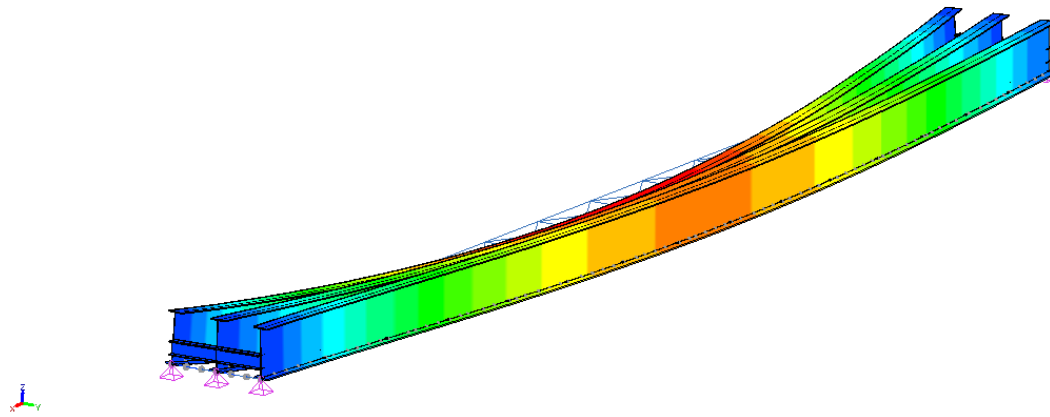
Involuppo tensione di Von Mises

## 11.7 RISULTATI ANALISI SISMICA

Valori modali								
Modo N°	Pulsazione (Rad/s)	Periodo (s)	frequenza (Hz)	Energia (J)	Masse modali			Smorzamento (%)
					X T (%)	Y T (%)	Z T (%)	
1	0.86	7.30	0.14	0.37	0.00 ( 0.00)	51.69 ( 18.71)	0.80 ( 0.29)	5
2	0.86	7.30	0.14	0.37	0.00 ( 0.00)	11.22 ( 4.06)	3.67 ( 1.33)	5
3	0.96	6.58	0.15	0.46	0.02 ( 0.01)	0.13 ( 0.05)	0.00 ( 0.00)	5
4	0.96	6.58	0.15	0.46	0.03 ( 0.01)	0.09 ( 0.03)	0.01 ( 0.00)	5
5	1.18	5.30	0.19	0.70	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
6	1.18	5.30	0.19	0.70	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
7	1.49	4.21	0.24	1.11	0.03 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
8	1.49	4.21	0.24	1.12	0.03 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
9	1.84	3.41	0.29	1.69	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
10	1.84	3.41	0.29	1.70	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
11	2.20	2.85	0.35	2.43	0.03 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
12	2.21	2.85	0.35	2.44	0.03 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
13	2.33	2.70	0.37	2.72	0.01 ( 0.00)	0.65 ( 0.24)	0.80 ( 0.29)	5
14	2.36	2.67	0.38	2.78	0.00 ( 0.00)	0.71 ( 0.26)	0.88 ( 0.32)	5
15	2.61	2.41	0.41	3.40	0.00 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	5
16	2.61	2.41	0.41	3.40	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
17	2.65	2.37	0.42	3.52	0.00 ( 0.00)	0.14 ( 0.05)	0.18 ( 0.06)	5
18	2.66	2.36	0.42	3.53	0.00 ( 0.00)	0.20 ( 0.07)	0.22 ( 0.08)	5
19	2.98	2.11	0.47	4.45	0.04 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
20	2.99	2.10	0.48	4.46	0.04 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
21	3.10	2.02	0.49	4.82	0.00 ( 0.00)	0.08 ( 0.03)	0.07 ( 0.03)	5
22	3.14	2.00	0.50	4.92	0.00 ( 0.00)	0.07 ( 0.03)	0.07 ( 0.02)	5
23	3.40	1.85	0.54	5.76	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
24	3.40	1.85	0.54	5.77	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
25	3.68	1.71	0.59	6.77	0.00 ( 0.00)	0.09 ( 0.03)	0.07 ( 0.02)	5
26	3.73	1.68	0.59	6.96	0.00 ( 0.00)	0.09 ( 0.03)	0.07 ( 0.03)	5
27	3.81	1.65	0.61	7.26	0.04 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
28	3.81	1.65	0.61	7.27	0.04 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
29	4.24	1.48	0.68	9.00	0.00 ( 0.00)	0.09 ( 0.03)	0.07 ( 0.02)	5
30	4.26	1.47	0.68	9.08	0.00 ( 0.00)	0.02 ( 0.01)	0.02 ( 0.01)	5
31	4.29	1.46	0.68	9.22	0.00 ( 0.00)	0.09 ( 0.03)	0.07 ( 0.02)	5
32	4.32	1.45	0.69	9.35	0.00 ( 0.00)	0.17 ( 0.06)	0.13 ( 0.05)	5
33	4.62	1.36	0.73	10.65	0.15 ( 0.06)	0.00 ( 0.00)	0.18 ( 0.06)	5
34	4.62	1.36	0.74	10.67	0.00 ( 0.00)	0.30 ( 0.11)	0.00 ( 0.00)	5
35	4.72	1.33	0.75	11.15	0.01 ( 0.00)	0.03 ( 0.01)	0.08 ( 0.03)	5
36	4.75	1.32	0.76	11.26	0.00 ( 0.00)	0.14 ( 0.05)	0.06 ( 0.02)	5
37	5.07	1.24	0.81	12.85	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
38	5.16	1.22	0.82	13.31	0.00 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	0.02 ( 0.01)	5
39	5.25	1.20	0.84	13.79	0.00 ( 0.00)	0.03 ( 0.01)	0.01 ( 0.00)	5
40	5.42	1.16	0.86	14.71	0.17 ( 0.06)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
41	5.57	1.13	0.89	15.50	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	5
42	5.80	1.08	0.92	16.80	0.00 ( 0.00)	0.05 ( 0.02)	0.01 ( 0.00)	5
43	5.83	1.08	0.93	16.97	0.00 ( 0.00)	0.04 ( 0.01)	0.03 ( 0.01)	5
44	6.13	1.03	0.98	18.77	0.02 ( 0.01)	0.01 ( 0.00)	0.03 ( 0.01)	5
45	6.40	0.98	1.02	20.50	0.00 ( 0.00)	0.06 ( 0.02)	0.01 ( 0.00)	5
46	6.52	0.96	1.04	21.26	0.02 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	0.03 ( 0.01)	5
47	6.70	0.94	1.07	22.41	0.02 ( 0.01)	0.01 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
48	7.30	0.86	1.16	26.64	0.04 ( 0.02)	0.00 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	5
49	7.49	0.84	1.19	28.02	0.00 ( 0.00)	0.01 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	5
50	7.89	0.80	1.26	31.14	0.06 ( 0.02)	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5
51	8.71	0.72	1.39	37.90	0.11 ( 0.04)	0.00 ( 0.00)	0.07 ( 0.02)	5
52	9.61	0.65	1.53	46.16	0.00 ( 0.00)	0.03 ( 0.01)	0.45 ( 0.16)	5
53	9.79	0.64	1.56	47.90	0.07 ( 0.03)	0.01 ( 0.00)	0.08 ( 0.03)	5
54	9.92	0.63	1.58	49.19	2.59 ( 0.94)	0.00 ( 0.00)	214.39 ( 77.61)	5
55	10.52	0.60	1.67	55.33	0.05 ( 0.02)	0.01 ( 0.00)	0.61 ( 0.22)	5
56	12.29	0.51	1.96	75.47	0.16 ( 0.06)	0.03 ( 0.01)	0.01 ( 0.00)	5
57	12.69	0.50	2.02	80.51	0.02 ( 0.01)	0.17 ( 0.06)	0.00 ( 0.00)	5
58	16.02	0.39	2.55	128.27	0.08 ( 0.03)	0.00 ( 0.00)	0.10 ( 0.04)	5
59	16.34	0.38	2.60	133.48	0.08 ( 0.03)	0.00 ( 0.00)	0.38 ( 0.14)	5
60	18.95	0.33	3.02	179.59	0.00 ( 0.00)	148.77 ( 53.85)	0.00 ( 0.00)	5
61	37.28	0.17	5.93	694.99	11.43 ( 4.14)	0.24 ( 0.09)	0.26 ( 0.09)	5
62	39.43	0.16	6.28	777.38	0.25 ( 0.09)	23.66 ( 8.56)	0.02 ( 0.01)	5
63	57.73	0.11	9.19	1666.17	15.00 ( 5.43)	0.33 ( 0.12)	8.92 ( 3.23)	5
64	88.31	0.07	14.05	3899.18	214.79 ( 77.75)	0.02 ( 0.01)	2.52 ( 0.91)	5
Totale				8315.93	245.51 ( 88.87)	239.51 ( 86.70)	235.44 ( 85.23)	

Vista UTENTE

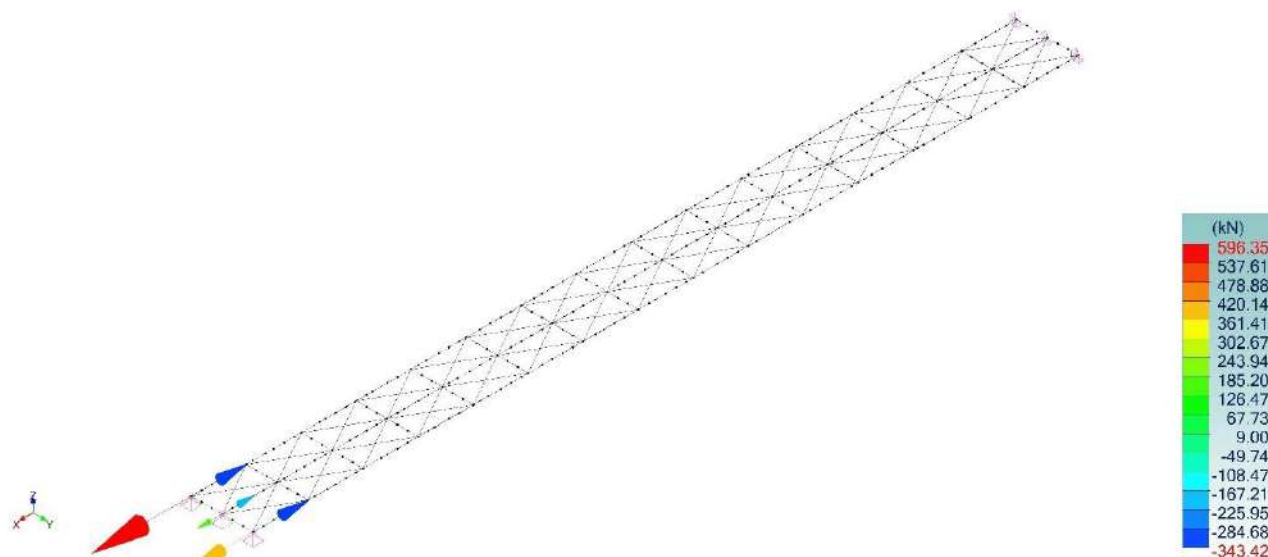
Modo 1 Periodo (s) = 7.30 Pulsazione (Rad/s) = 0.86 Frequenza (Hz) = 0.14



## 12 REAZIONI E SPOSTAMENTI AGLI APPOGGI

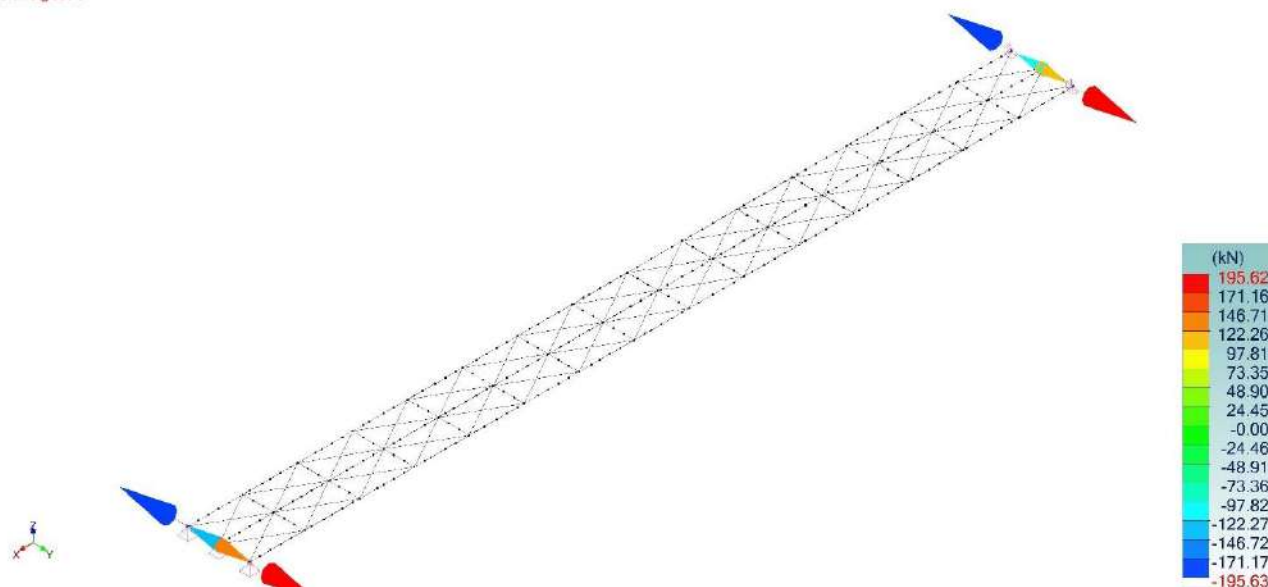
Si riportano di seguito l'involuppo delle azioni trasmesse agli appoggi.

Vista UTENTE  
 Analisi: 185-200, 236-343 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Vincolo puntuale : FX  
 Sistema globale



Forze Fx Longitudinali

Vista UTENTE  
 Analisi: 185-200, 236-343 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Vincolo puntuale : FY Vincolo lineare : FY Vincolo superficiale : FY  
 Sistema globale



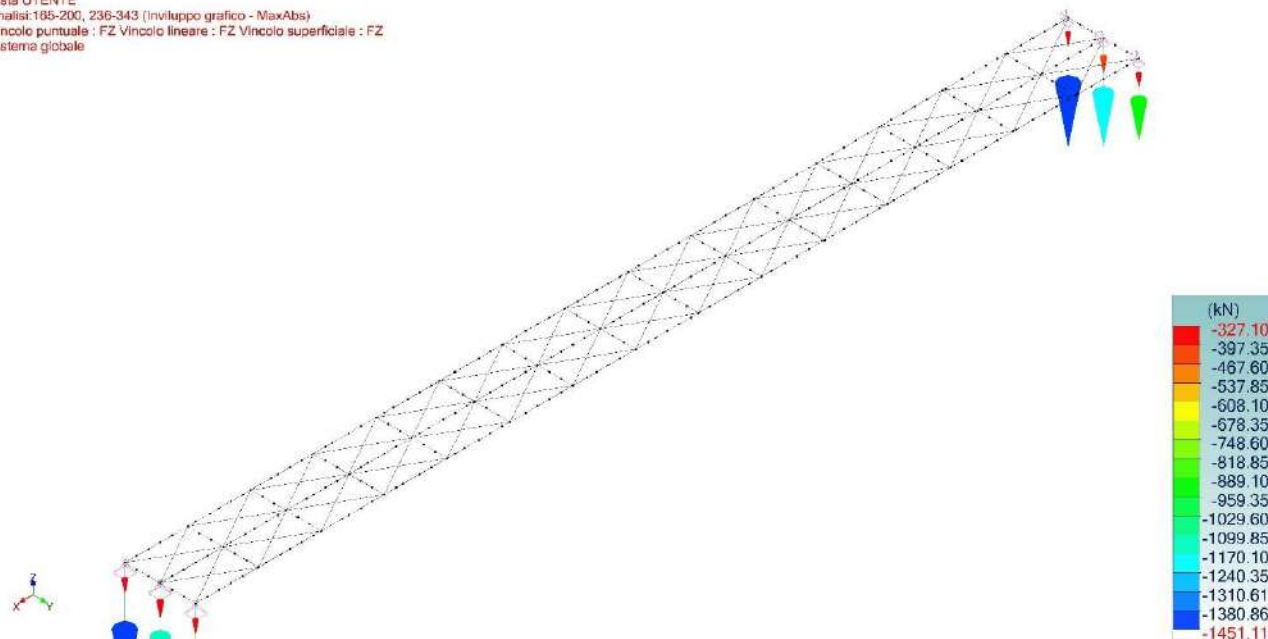
Forze Fy Trasversali

Vista UTENTE

Analisi: 185-200, 235-343 (involuppo grafico - MaxAbs)

Vincolo puntuale : FZ Vincolo lineare : FZ Vincolo superficiale : FZ

Sistema globale



Forze Fz Verticali

Involuppi degli involuppi delle reazioni vincolari-SLU STR (sistema di coordinate globali)									
Env.	Caso di carico	Mesh n°	N° Nodo	FX(kN)	FY(kN)	FZ(kN)	MX(kN*m)	MY(kN*m)	MZ(kN*m)
Max(FX)	187	1(PR)	246	596.35	-43.63	-1247.53	0.00	0.00	0.00
Min(FX)	179	2(PR)	750	-309.34	-56.57	-835.99	0.00	0.00	0.00
Max(FY)	194	5(PR)	498	99.68	79.47	-806.65	0.00	0.00	0.00
Min(FY)	195	5(PR)	498	-67.75	-109.04	-1019.87	0.00	0.00	0.00
Max(FZ)	173	5(PR)	498	-51.21	70.62	-589.17	0.00	0.00	0.00
Min(FZ)	178	1(PR)	246	302.54	-23.36	-1451.11	0.00	0.00	0.00
Max(MX)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00
Min(MX)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00
Max(MY)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00
Min(MY)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00
Max(MZ)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00
Min(MZ)	165	1(PR)	246	24.74	5.04	-622.56	0.00	0.00	0.00

Involuppi degli involuppi delle reazioni vincolari-SLV/SLD (sistema di coordinate globali)									
Env.	Caso di carico	Mesh n°	N° Nodo	FX(kN)	FY(kN)	FZ(kN)	MX(kN*m)	MY(kN*m)	MZ(kN*m)
Max(FX)	304	2(PR)	750	380.08	117.70	-355.78	0.00	0.00	0.00
Min(FX)	307	1(PR)	246	-343.42	125.16	-566.58	0.00	0.00	0.00
Max(FY)	304	5(PR)	498	20.44	195.62	-421.75	0.00	0.00	0.00
Min(FY)	331	5(PR)	498	-93.90	-195.63	-455.69	0.00	0.00	0.00
Max(FZ)	304	3(PR)	667	0.00	97.87	-327.10	0.00	0.00	0.00
Min(FZ)	331	3(PR)	667	0.00	-110.94	-583.96	0.00	0.00	0.00
Max(MX)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00
Min(MX)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00
Max(MY)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00
Min(MY)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00
Max(MZ)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00
Min(MZ)	236	1(PR)	246	133.17	-0.17	-433.10	0.00	0.00	0.00



Involuppi degli involuppi delle reazioni vincolari -SLE (sistema di coordinate globali)									
Env.	Caso di carico	Mesh n°	N° Nodo	FX(kN)	FY(kN)	FZ(kN)	MX(kN*m)	MY(kN*m)	MZ(kN*m)
Max(FX)	207	1(PR)	246	362.64	-2.15	-917.28	0.00	0.00	0.00
Min(FX)	229	2(PR)	750	-178.96	-37.21	-579.01	0.00	0.00	0.00
Max(FY)	209	5(PR)	498	-37.93	52.31	-436.42	0.00	0.00	0.00
Min(FY)	228	5(PR)	498	-49.84	-64.55	-756.96	0.00	0.00	0.00
Max(FZ)	209	5(PR)	498	-37.93	52.31	-436.42	0.00	0.00	0.00
Min(FZ)	202	1(PR)	246	145.00	12.87	-1068.08	0.00	0.00	0.00
Max(MX)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00
Min(MX)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00
Max(MY)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00
Min(MY)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00
Max(MZ)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00
Min(MZ)	201	1(PR)	246	18.33	3.73	-461.16	0.00	0.00	0.00

Gli appoggi mobili devono essere dimensionati per consentire, sotto l'azione sismica corrispondente allo *SLC*, uno spostamento relativo nella direzione d'interesse tra le due parti della struttura che essi collegano, valutato come:

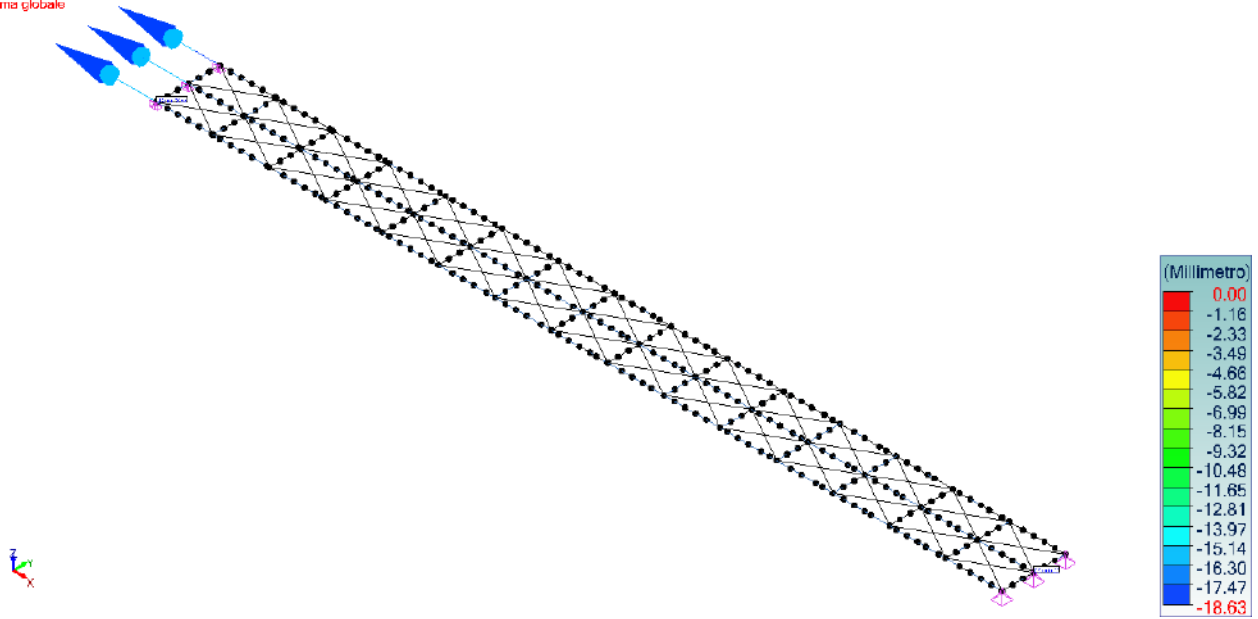
$$\Delta = d_{Es} + d_{Eg}$$

In cui  $d_{Es}$  è lo spostamento relativo tra le due parti della struttura, valutato come radice quadrata della somma dei quadrati dei massimi spostamenti orizzontali nella direzione d'interesse delle due parti (per i ponti, lo spostamento relativo così ottenuto deve essere moltiplicato per 1,25);  $d_{Eg}$  è lo spostamento relativo tra il terreno alla base delle due parti della struttura collegate dall'appoggio mobile, calcolato come indicato al § 3.2.4.2.

Considerando che l'appoggio strutturale è posto sulla spalla direttamente sul livello della fondazione si considera che lo spostamento relativo delle due strutture sia coincidente con quello dell'impalcato e quindi pari a:

$$d_{Es} = 18.7 \text{ mm} \cdot 1.25 = 23.4 \text{ mm} + 27 \text{ mm } (\Delta T) = 50.4 \text{ mm}$$

Vista UTENTE  
 Analisi: 240-293 (trivulpo grafico - MaxAbs)  
 Vincolo: □ X  
 Sistema globale



#### SLU

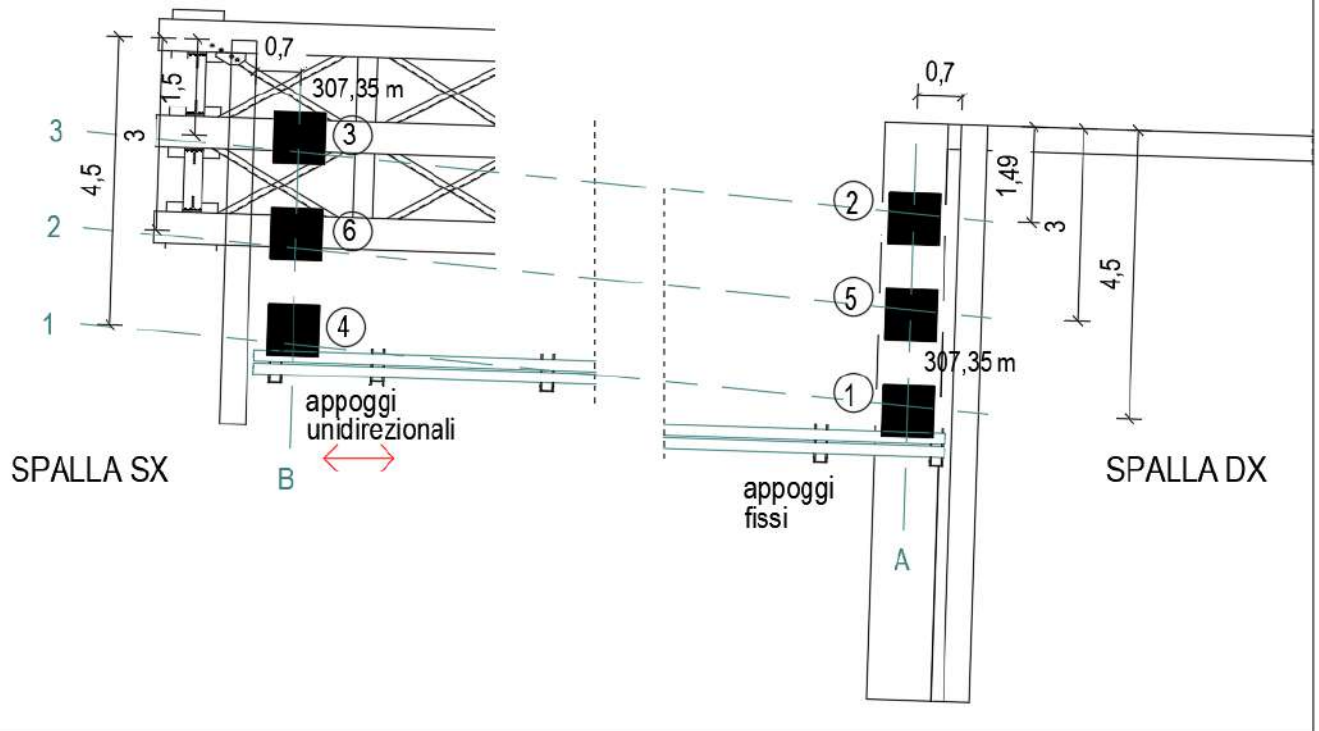
Pos.	Tipo	Fv [kN]	Fx [kN]	Ft [kN]	dL [mm]
Spalla sx	Unidirezionale	1452	-	110	35.4
Spalla dx	Fisso	1452	596	110	-

#### SLV/SLD

Pos.	Tipo	Fv [kN]	Fx [kN]	Ft [kN]	dL [mm]
Spalla sx	Unidirezionale	584	-	196	18.6
Spalla dx	Fisso	584	381	196	-

#### SLE

Pos.	Tipo	Fv [kN]	Fx [kN]	Ft [kN]	dL [mm]
Spalla sx	Unidirezionale	1069	-	65	26.2
Spalla dx	Fisso	1069	363	65	-



7 Pianta Baggioli  
 1 : 100

## 13 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Il calcolo degli elementi strutturali è condotto con il criterio semiprobabilistico agli stati limite. Le resistenze e le azioni sono rappresentate mediante i loro valori caratteristici definiti rispettivamente come i frattili al 5% inferiori della distribuzione delle resistenze e i frattili al 5% (superiori o inferiori) della distribuzione delle azioni che minimizzano la sicurezza.

La verifica di resistenza è stata affrontata con la combinazione fondamentale:

$$E_d = E \left\{ \gamma_{G,j} \cdot G_{K,j}; \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1}; \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{K,i} \right\}$$

Occorre verificare che:

$$E_d \leq R_d$$

Dove con:

$E_d$  = effetto delle azioni di progetto, funzione dei valori caratteristici delle azioni  $F_{k,i}$  moltiplicato per un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_E$  di modello delle azioni, che è dato dal prodotto di  $\gamma_{F,i}$  di sicurezza delle azioni per il coefficiente parziale  $\gamma_{E,d}$  ( $\geq 1$ ) che tiene conto delle incertezze nel modellare le azioni e i loro effetti, e del coefficiente di combinazione  $\psi$ .

$R_d$  = resistenza di progetto della struttura, funzione dei valori caratteristici di ciascun materiale, diviso per un coefficiente parziale  $\gamma_M$  che è dato dal prodotto di  $\gamma_{m,i}$  ( $\geq 1$ ) di sicurezza sulla resistenza del materiale, e per un ulteriore coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_{R,d}$  ( $\geq 1$ ) che tiene conto delle incertezze di modellazione del materiale.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici dei paletti, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{X,Ed}^2 + \sigma_{Z,Ed}^2 - \sigma_{Z,Ed} \cdot \sigma_{X,Ed} + 3 \cdot \tau_{Ed}^2 \leq \left( f_{yk} / \gamma_{M0} \right)^2$$

I modelli resistenti esposti nei paragrafi seguenti definiscono la resistenza delle sezioni delle membrature nei confronti delle sollecitazioni interne, agenti separatamente o contemporaneamente.

Ogni sezione trasversale di un elemento compresso o inflesso ha una classe di appartenenza che, in funzione della geometria della sezione (snellezza delle parti componenti), ne individua e definisce il comportamento e condiziona il metodo di calcolo per l'analisi strutturale.

Questa situazione è evidenziata dal diagramma  $M/\chi$  (momento curvatura) relativo ai profili e alle loro sezioni in relazione alla possibilità di essi di manifestare completamente il comportamento plastico, infatti questo può essere limitato dall'instabilità complessiva dell'asta o dall'instabilità locale (profili a parete sottile).

La Normativa Tecnica definisce la capacità rotazionale  $C_\theta$  come:

$$C_\theta = \frac{\chi_r}{\chi_y - 1}$$

essendo

$\chi_r$  curvatura corrispondente alla  $\varepsilon_u$

$\chi_y$  curvatura corrispondente alla  $\varepsilon_y$

La classificazione è influenzata da:

- Tipo di acciaio che costituisce il profilo;

- Proporzioni geometriche fra le varie parti (anima, ali, flange ecc..) della sezione trasversale del profilato;
- Diagramma delle tensioni presenti sulla sezione trasversale;
- Possibilità da parte delle anime o delle flange di instabilizzarsi localmente
- Duttilità della sezione.

La classificazione è conseguente alla possibilità di instabilizzazione del generico pannello, individuabile negli elementi componenti la sezione, sottoposto a tensioni normali derivanti dalle sollecitazioni di momento flettente e sforzo normale.

### **SEZIONI IN CLASSE 1 E 2**

A queste classi appartengono le sezioni nelle quali la resistenza supera il valore del momento di piena plasticizzazione.

Classe 1: "Sezioni Plastiche" le sezioni sono in grado di assicurare una duttilità pari a quella teorica massima sviluppabile dalla sezione,

Classe 2 "Sezioni Compatte" comincia ad insorgere problemi locali (shear lag) che inducono una minore duttilità di sezione.

Orientativamente si può affermare che la sezione è in classe 1 se la  $\epsilon_u > \epsilon_y$ ; infatti per essa, qualora si adotti come modello di calcolo quello Elasto-Plastico, è necessario prevedere (EC3) un accurato controllo delle deformazioni cui è soggetta la sezione, e provvedere a stabilizzare, con opportuni elementi irrigidenti (ad esempio squadrettature) le parti della sezione che risultassero carenti.

### **SEZIONI IN CLASSE 3**

Classe 3 "Sezioni Semicompatte" le sezioni delle membrature non riescono a plasticizzarsi ma solamente a raggiungere, nella fibra estrema, la tensione limite  $f_{yd}$ . Per la conformazione degli elementi componenti non sono in grado di ridistribuire la plasticizzazione nell'ambito della sezione a causa dell'insorgere di fenomeni di instabilità locale e di conseguenza caratterizzate da un calo di duttilità.

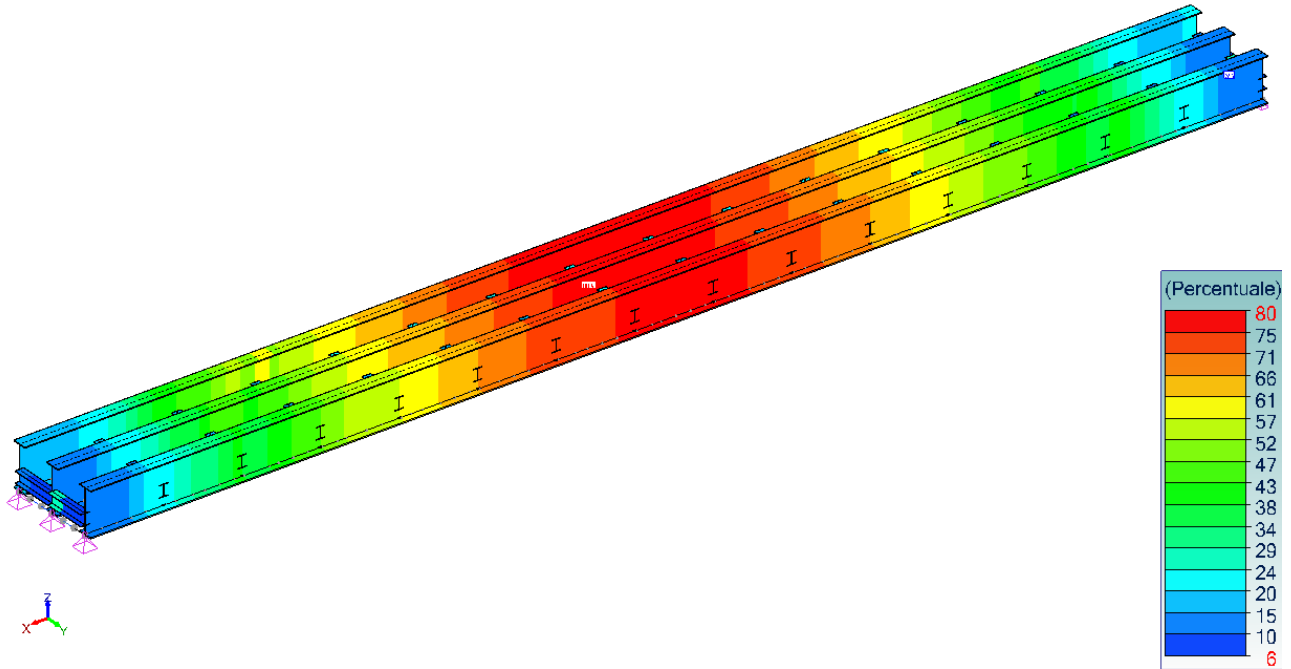
### **SEZIONI IN CLASSE 4**

Classe 4 "Sezioni snelle". Le sezioni delle membrature non riescono, a causa di fenomeni di instabilità locale, a raggiungere il limite elastico del materiale. Per esse è, di conseguenza, prevista una riduzione delle caratteristiche meccaniche e geometriche differenziando le caratteristiche inerziali della sezione "lorda" da quelle della sezione "efficace". La duttilità contenuta è minima.

Questa classificazione, che sottolinea la dipendenza delle prestazioni offerte dalla sezione in termini di duttilità dai fenomeni di instabilità locale, è determinante per la scelta del tipo di analisi che deve essere condotta per la valutazione delle sollecitazioni.

## 13.1 VERIFICA ASTE IN ACCIAIO- ELEMENTI LINEARI

Vista UTENTE  
Resistenza  
Lineare : Tasso di lavoro Max



## 13.2 VERIFICA STABILITÀ ANIMA SECONDO EN 1993-5

Verifica assoggettabilità verifica instabilità secondo EN 1993-1-5

Sforzo di taglio agente	$V_{Ed}$	1487	[kN]	
Altezza anima	$h_w$	1430	[mm]	
Spessore anima	$t_w$	20	[mm]	
Tensione snervamento	$f_y$	355	[MPa]	
Modulo di elasticità	$E$	210000	[MPa]	
Coefficiente Poisson	$\nu$	0.3	[-]	
Fattore Parametro	$h$	1.2	[-]	
	$e$	0.81	[-]	
Rapporto snellezza anima	$h_w / t_w$	72	[-]	NECESSARIA VERIFICA AD INSTABILITÀ SECONDO EN 1993-1-5

Verifica instabilità per taglio secondo EN 1993-1-5 sezione 5

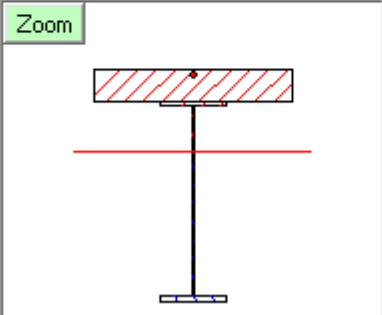
Tensione critica Euleriana	$\sigma_E$	37.13	[MPa]	
Lunghezza pannello tra irrigidimenti trasv.	$a$	2500	[mm]	
Spessore irrigidimenti trasversali	$t_{st}$	20	[mm]	
Momenti inerzia minimo irrigidimento trasv.	$I_{st}$	23040000	[mm <sup>4</sup> ]	
Verifica se irrigidimento rigido / flessibile		<b>RIGIDO</b>		
Forza assiale verifica irrigidimenti	$V_{st,d}$	1487	[kN]	
Larghezza irrigidimento	$b_{st}$	240	[mm]	
Tensione normale nell'irrigiditore	$\sigma_{st}$	310	[MPa]	OK
Snellezza irrigidimento	$l_s$	20.64	[-]	< 60
Coefficiente di instabilità per taglio	$k_t$	11.63	[-]	
Coefficiente di instabilità	$k_{tSL}$	4.98	[-]	
Tensione tangenziale critica	$\tau_{cr}$	431.67	[MPa]	
Snellezza modificata	$l_w$	0.689	[-]	
Fattore riduzione	$c_w$	1.200	[-]	

---

Coefficiente di sicurezza	$g_{M1}$	1.05	[-]	
Resistenza a taglio	$V_{b,Rd}$	6699.24	[kN]	OK



### 13.3 VERIFICA SOLETTA MISTA ACCIAIO-C.A - NTC 2018 ed EN1994-1-1

<b>Tipo di profilo</b> 150x2+50x3+E		<b>Tipo di soletta</b> <input checked="" type="radio"/> Piena <input type="radio"/> Grecata trasv. <input type="radio"/> Grecata paral.	
<b>Materiali</b> Tipo Acciaio S355 (Fe510) $f_y$ 355 N/mm <sup>2</sup> $f_{sk}$ 510 N/mm <sup>2</sup> $f_{ck}$ 45 N/mm <sup>2</sup>		<b>Dati soletta</b> $h_c$ 250 mm $b$ 1500 mm $A_s^{eff}$ 2356 mm <sup>2</sup> $h'_s$ 40 mm $n$ 7 $M_{Sd}$ 9604 kNm	
<b>Dati Profilo</b> $b_1$ 500 mm $b_2$ 500 mm $t_{f1}$ 30 mm $t_{f2}$ 40 mm $h$ 1500 mm $t_w$ 20 mm $r_1$ 0 mm $r_2$ 0 mm $r$ 0 mm		<b>Metodo di calcolo</b> <b>Sezione di classe 3</b> <input checked="" type="radio"/> Metodo n M+ Solo verifica elastica <input type="radio"/> Metodo n M-	
<b>Zoom</b> 		<b>Metodo n</b> $V_I$ 5370 kN $\sigma_e$ -17.1 N/mm <sup>2</sup> $y_n$ 617.6 mm $\sigma_s$ -112 N/mm <sup>2</sup> $S_s$ 27751 cm <sup>3</sup> $\sigma_{a1}$ -71.1 N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{a2}$ 219 N/mm <sup>2</sup> $J_{id}$ 4962896 cm <sup>4</sup> $J_{id}/J_a$ 2.12	
Plotta in Form		Progetto Connessione	

<b>Tipo di soletta</b> Soletta Piena	<b>Tipo di connessione</b> <input checked="" type="radio"/> Metodo n	<b>Dati</b> $f_u$ 450 N/mm <sup>2</sup> $h$ 200 [mm] ? $d$ 19 [mm] $N_r$ 2 $L$ 40 [m] $M_{sd}$ 9604 [kNm]
<b>Schema soluzione</b> <b>Zoom</b> 	$\gamma_v$ 1.25 <b>Schema statico della trave</b> 	<b>Risultati</b> $P_{Rd}$ 81.66 [kN] ? $n^*$ 66 coppie conn. Passo $i$ 610 [mm]
soletta PIENA	Momento positivo	

## 13.4 STATICA LOCALE DELLA SOLETTA

La soletta in calcestruzzo ha una larghezza di 5m ed uno spessore di 25 cm. Essa è appoggiata tra gli elementi principali dell'impalcato, posti ad un interasse di 150cm, quindi l'armatura principale è quella trasversale, mentre l'armatura di ripartizione è quella longitudinale.

### 13.4.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

Il calcolo delle sollecitazioni si effettua con riferimento ad una larghezza della sezione longitudinale di 1 mt.

Lo schema statico adottato per il calcolo delle sollecitazioni è quello di trave continua su 3 appoggi (rappresentanti il principale). L'asse trave è modellata con il codice ad elementi finiti "Advance Design" riferendosi ad una profondità unitaria.

#### PESO PROPRIO

$$q_{predalle} = 0.004 * 78.5 = 0.31 \text{ kN/mq}$$

$$q_{soletta} = 0.25 * 25 = 6.25 \text{ kN/mq}$$

#### PERMANENTI

$$q_{cordolo} = 0.15 * 25 = 3.75 \frac{\text{kN}}{\text{mq}} * 0.4\text{m} = 1.5 \text{ kN/m}$$

$$q_{massicciata} = \text{var da 2.5 a } 0.75 \text{ kN/mq}$$

$$q_{guardrail} = 1.50 \text{ kN/m}$$

$$q_{grigliato-parapetto} = 1.0 \text{ kN/m}$$

#### ACCIDENTALI

Si considera lo Schema di carico 1 previsto dalle NTC 2018: "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" riportato al paragrafo 5.1.3.3.5 della suddetta norma. Gli effetti dinamici sono inclusi nei carichi dello Schema di carico 1.

L'impronta di carico di dimensioni 0,40 m x 0,40 m viene diffusa a 45° fino al livello dell'asse della soletta considerando che la soletta è alta 25 cm e trascurando a favore di sicurezza lo spessore della pavimentazione.

Si ottiene un'impronta di carico a livello del piano medio della soletta paria a:

$$r = 0,4 + 0.25 + 0.25 = 0.9\text{m campata}$$

$$r = 0,4 + \frac{0.25}{2} + \frac{0.25}{2} = 0.53\text{m estremità}$$

I quattro carichi concentrati del carico tandem Q1k sono caratterizzati da:

$$i_{trasv} = 2,00 \text{ m interasse trasversale alla direzione di percorrenza del ponte}$$

$$i_{long} = 1,20 \text{ m interasse longitudinale, nella direzione di percorrenza del ponte}$$

Si ottiene un carico per unità di larghezza pari a:

**-campata**

$$F_{1k} = \frac{2Q_{1k}}{l_1 + l_t + \frac{1a}{2}} = \frac{2 * 150}{0.8 + 1 + \frac{1.5}{2}} = 113.2 \text{ kN}$$

**-estremità**

$$F_{1k} = \frac{2Q_{1k}}{l_1 + l_t + \frac{1a}{2}} = \frac{2 * 150}{0.6 + 1 + \frac{1.5}{4}} = 157.9 \text{ N}$$

Le sollecitazioni dovute ad accidentali si ricavano dal modello in Advance Design definendo come carichi mobili due carichi puntuali  $F_{1k}$  a distanza 1,20 m e un carico distribuito  $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m} = 900 \text{ daN/m}$ .

La schematizzazione utilizzata nella modellazione è la seguente: si tratta della somma dei carichi puntuali a cui si aggiungono gli effetti del carico distribuito su una larghezza unitaria.

### 13.4.2 COEFFICIENTI DINAMICI - SCHEMA 2

Gli schemi di carico specificati al par. 5.1.3.3.3 delle NTC includono già gli effetti dinamici relativi a pavimentazioni di media rugosità.

In prossimità di interruzioni della continuità strutturale della soletta nelle zone di estremità è necessario considerare un coefficiente dinamico addizionale. In accordo con i paragrafi 4.2.1 punto (3) e 4.6.1 punto (6) dell'Eurocodice 1 parte 2, per le sezioni di estremità si assume  $f = 1.3$ .

Si considera lo Schema di carico 2 previsto dalle NTC 2018: "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" riportato al paragrafo 5.1.3.3.5 della suddetta norma.

L'impronta di carico di dimensioni  $0,35 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$  viene diffusa a  $45^\circ$  fino al livello dell'asse della soletta considerando che la soletta è alta 25 cm e trascurando a favore di sicurezza lo spessore della pavimentazione.

Si ottiene un'impronta di carico a livello del piano medio della soletta pari a:

$$r = 0,35 + 0.25 + 0.25 = 0.85 \text{ m in campata}$$

$$r = 0,35 + \frac{0.25}{2} + \frac{0.25}{2} = 0.48 \text{ m in estremità}$$

I quattro carichi concentrati del carico tandem  $Q_k$  sono caratterizzati da:

$$i_{trav} = 1.5 \text{ m interasse trasversale alla direzione di percorrenza del ponte}$$

Si ottiene un carico per unità di larghezza pari a:

**-campata**

$$F_{1k} = \frac{2Q_{1k}}{l_1 + l_t + \frac{1a}{2}} = \frac{2 * 200}{0.85 + 1 + \frac{1.5}{2}} = 153.8 \text{ kN}$$

**-estremità**

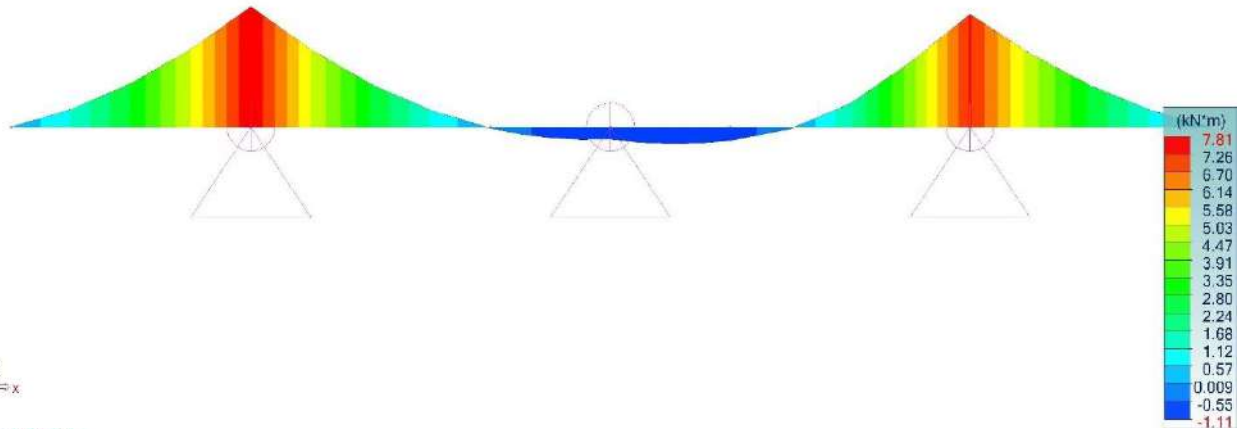
$$F_{1k} = \frac{2Q_{1k}}{l_1 + l_t + \frac{1a}{2}} = \frac{2 * 200}{0.38 + 1 + \frac{1.5}{4}} = 216.2 \text{ kN}$$

La schematizzazione utilizzata nella modellazione è la seguente: si tratta della somma dei carichi puntali a cui si aggiungono gli effetti del carico distribuito su una larghezza unitaria.

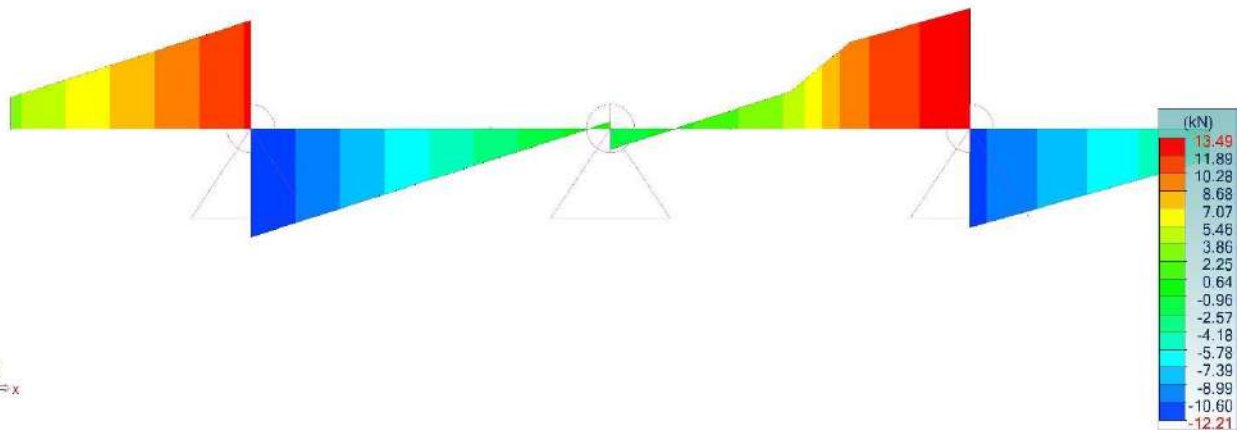
### 13.4.3 SOLLECITAZIONI RISULTANTI

#### G1+G2

Vista FRONTALE  
 Analisi: 106 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2] )  
 Lineare : My  
 Assi locali

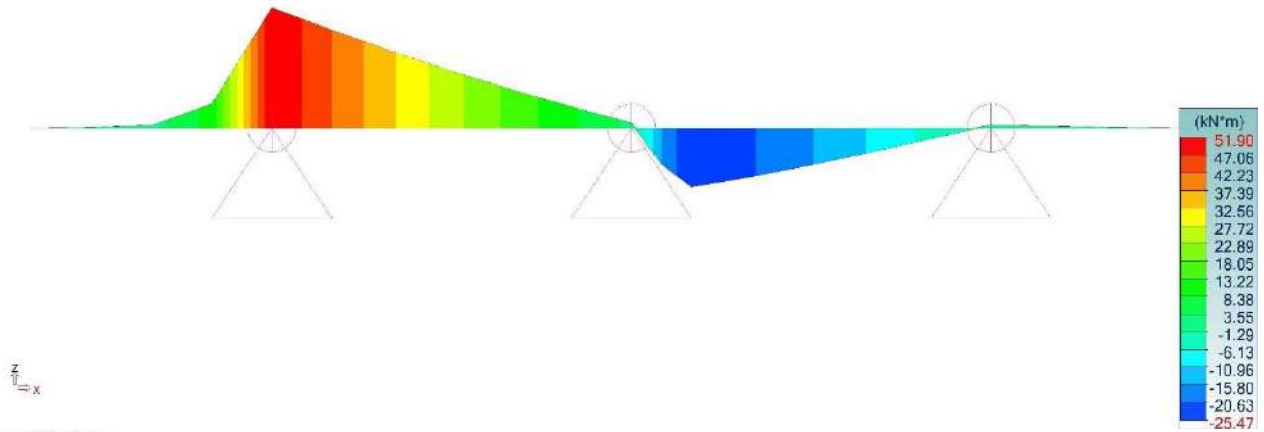


Vista FRONTALE  
 Analisi: 106 ( 1x[1 G 1]+1x[2 G 2] )  
 Lineare : Fz  
 Assi locali

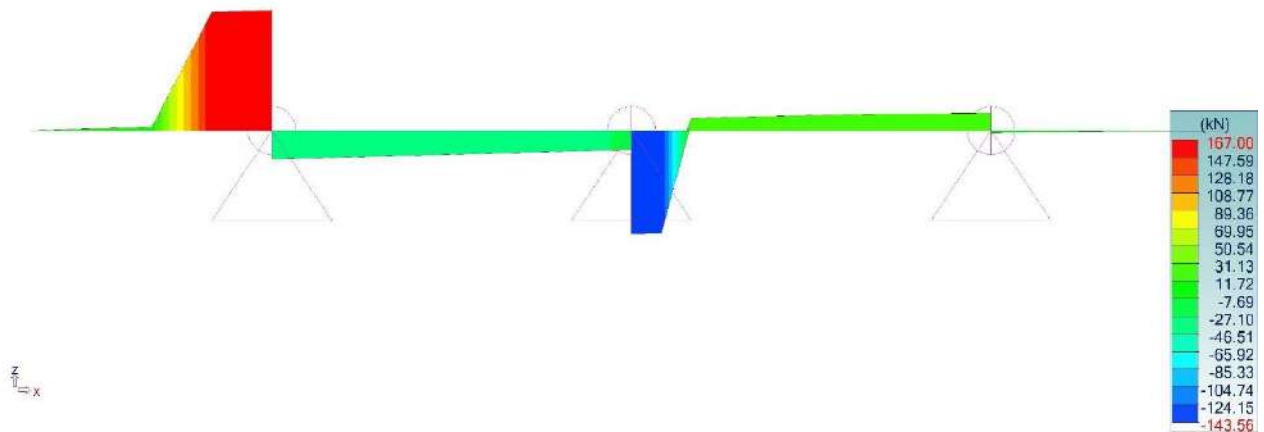


## SCHEMA 1

Vista FRONTALE  
 Analisi: 3, 4 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : My  
 Assi locali

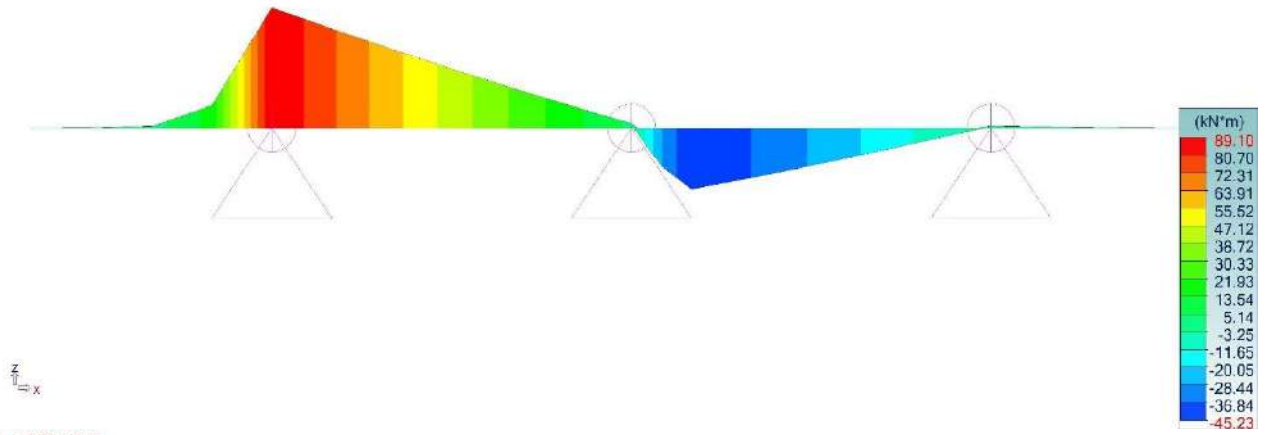


Vista FRONTALE  
 Analisi: 3, 4 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : Fz  
 Assi locali

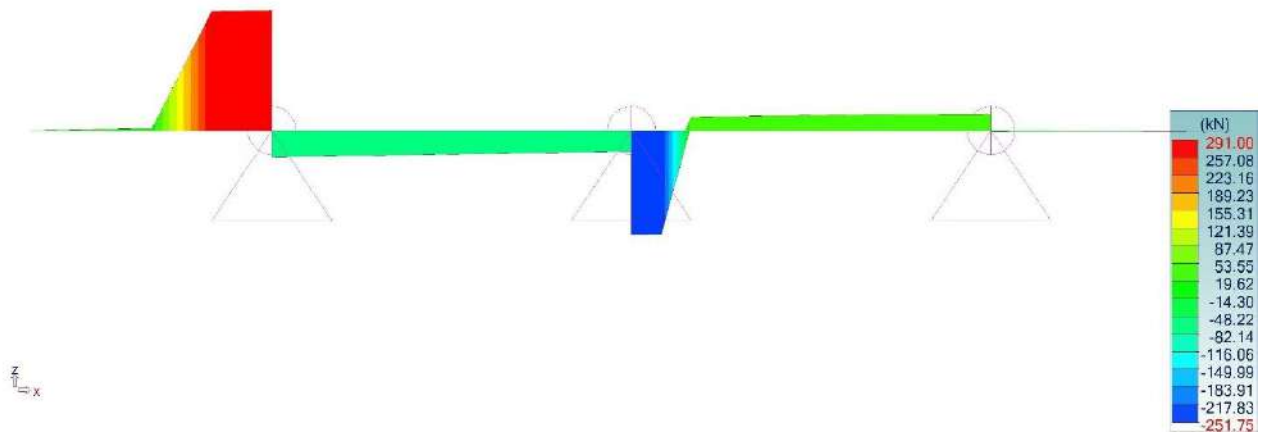


## SCHEMA 2

Vista FRONTALE  
 Analisi: 5, 6 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : My  
 Assi locali

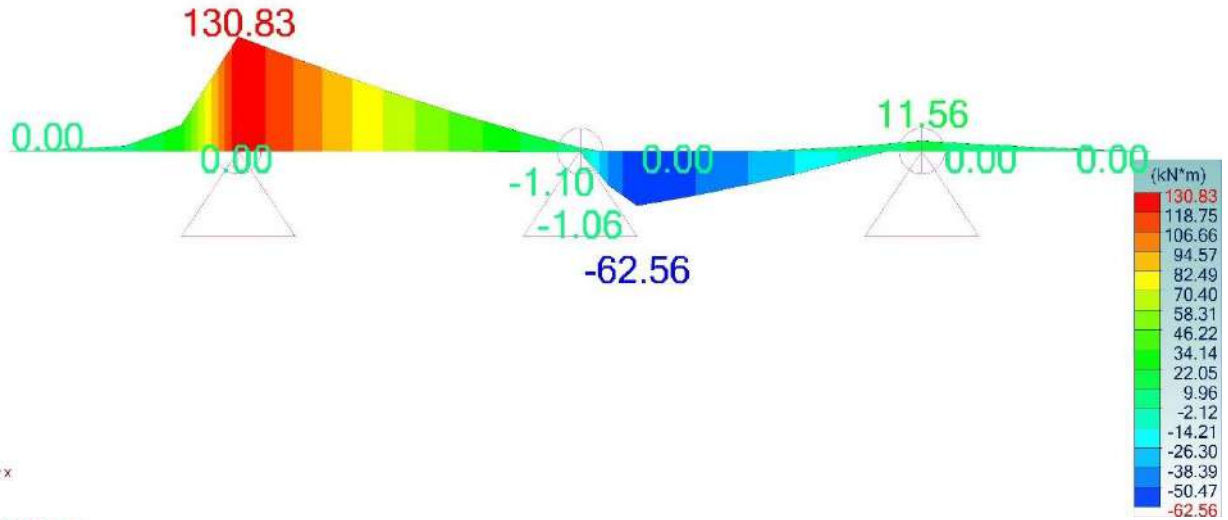


Vista FRONTALE  
 Analisi: 5, 6 (Involuppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : Fz  
 Assi locali

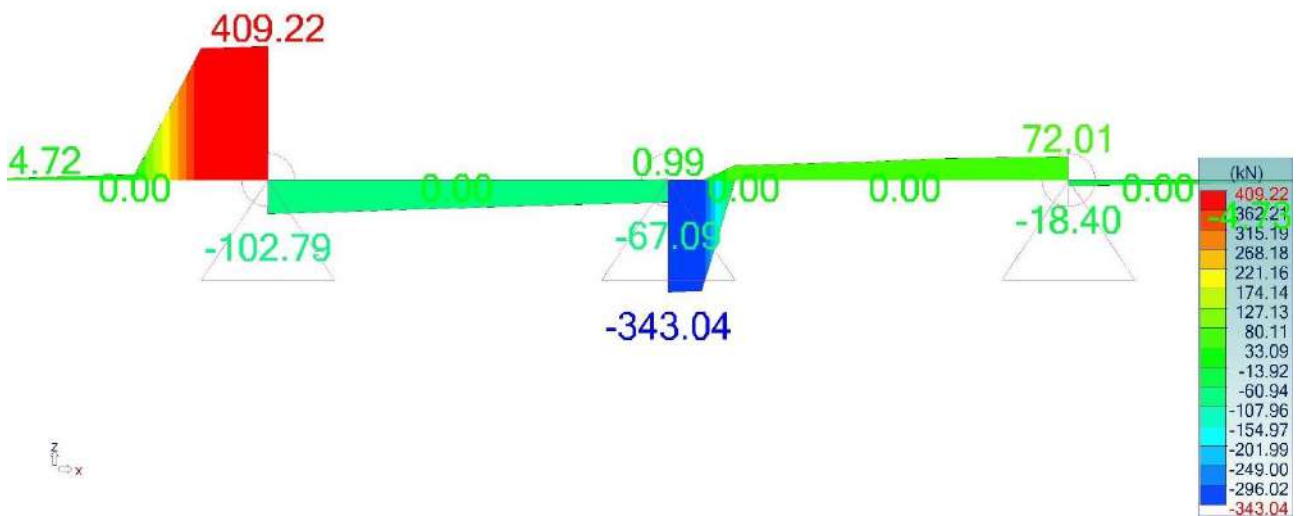


## INVILUPPO

Vista FRONTALE  
 Analisi:101-105 (Inviluppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : My  
 Assi locali



Vista FRONTALE  
 Analisi:101-105 (Inviluppo grafico - MaxAbs)  
 Lineare : Fz  
 Assi locali





#### 13.4.4 VERIFICA A FLESSIONE CAMPATA TIPICA

##### ARMATURA PREDALLES - CAMPATA

$$q_{tot} = 1530 \text{ daN/m/m}$$

$$M = -1.35 * 1530 * \frac{1.5^2}{8} = -646 \frac{\text{daNm}}{\text{m}} = -323 \text{ daNm/50cm}$$

Ferri superiori 1 F16

$$\sigma_{sup} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{32300}{16.5} \cdot \frac{1}{2.05} = 954 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} < 3913 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \text{ VERIFICATO}$$

Ferri Inferiori 2 F12

$$\sigma_{inf} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{32300}{16.5} \cdot \frac{1}{2 \cdot 1.54} = 825 \text{ daN/cm}^2 < 3913 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \text{ VERIFICATO}$$

##### LAMIERA INFERIORE 3MM

$$\sigma_{inf} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{32300}{16.5} * \frac{1}{50 \cdot 0.3} = 131 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} < 3381 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

##### ARMATURA PREDALLES - ESTREMO

$$M = -7.81 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} = -391 \text{ daNm/50cm}$$

Ferri superiori 1 F16

$$\sigma_{sup} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{39100}{16.5} \cdot \frac{1}{2.05} = 1115 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} < 3913 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \text{ VERIFICATO}$$

Ferri Inferiori 2 F12

$$\sigma_{inf} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{39100}{16.5} \cdot \frac{1}{2 \cdot 1.54} = 999 \text{ daN/cm}^2 < 3913 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \text{ VERIFICATO}$$

Lamiera inferiore 3mm

$$\sigma_{inf} = \frac{M}{b} \cdot \frac{1}{A_{\phi}} = \frac{39100}{16.5} * \frac{1}{50 \cdot 0.3} = 430 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} < 3381 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

### 13.4.5 ARMATURA SECONDA FASE

Date le sollecitazioni trascritte nel precedente paragrafo, si ipotizza di inserire un'armatura diffusa filo 24mm con maglia 20x20cm.

Si ottengono i seguenti momenti resistenti:

**Titolo :**

**N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	4
2	22.62	21

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>**  **kN**   
**M<sub>xEd</sub>**  **kNm**   
**M<sub>yEd</sub>**  **kNm**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C35/45**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M<sub>xRd</sub>**  kNm  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**   
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>**  cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Momento sollecitante Med= 131kNm <<165.8 kNm → VERIFICATO

### 13.4.6 VERIFICA PUNZONAMENTO SOLETTA

La verifica si effettua sotto azione verticale con schema 2 e con carico dinamico pari a 1.3.  
 L'azione totale agente è pari a  $200 \cdot 1.3 \cdot 1.35 = 351$  kN.

A seguire la verifica per la condizione sfavorevole, quella di bordo in prossimità dei giunti.

#### VERIFICA A PUNZONAMENTO (EC.2 §6.4)

MATERIALI		
Classe di cls	<b>C35/45</b>	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck}$	45.00 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck}$	35.00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale del cls	$\gamma_c$	1.50 [-]
Coefficiente di riduzione	$\alpha_{cc}$	0.85 [-]
Resistenza di progetto a compressione del cls	$f_{cd}$	19.83 N/mm <sup>2</sup>
Tipo di Acciaio	<b>B450C</b>	
Resistenza di snervamento delle armature	$f_{yk}$	450.00 N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico delle armature	$E_s$	210000.00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale delle armature	$\gamma_s$	1.15 [-]
Resistenza di progetto delle armature	$f_{yd}$	391.30 N/mm <sup>2</sup>
Diametro barre dell'armatura longitudinale in direzione y	$\varnothing_y$	24.00 mm
Passo armatura longitudinale in direzione y	$s_y$	200.00 mm
Area armatura longitudinale in direzione y	$A_y$	452.39 mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa	$\rho_{ly}$	0.0164
Diametro barre dell'armatura longitudinale in direzione z	$\varnothing_z$	24.00 mm
Passo armatura longitudinale in direzione z	$s_z$	200.00 mm
Area armatura longitudinale in direzione z	$A_z$	452.39 mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa in direzione z	$\rho_{lz}$	0.0164
GEOMETRIA		
Tipo di sezione pilastro	<b>Rettangolare</b>	
Dimensione 1 del pilastro (parallela all'eccentricità del carico)	$c_1$	600.00 mm
Dimensione 2 del pilastro (perpendicolare all'eccentricità del carico)	$c_2$	350.00 mm
Spessore della piastra in cls	$b$	250.00 mm
Copriferro	$c$	40.00 mm
Altezza utile armatura in direzione y	$d_y$	210.00 mm
Altezza utile armatura in direzione z	$d_z$	186.00 mm
Altezza utile della soletta	$d_{eff}$	198.00 mm
Perimetro filo pilastro	$u_0$	1900.00 mm
Perimetro di verifica di base	$u_1$	4388.14 mm
Altezza capitello	$h_H$	0.00 mm
Larghezza capitello rispetto al filo esterno del pilastro	$l_H$	0.00 mm
Condizione $l_H < 2,0 h_H$		OK
	$l_1$	350.00 mm
	$l_2$	600.00 mm
Distanza della sezione di verifica rispetto al centro del pilastro	$r_{cont}$	637.50 mm

	$u_{cont}$	2869.47 mm
Area di verifica di base	$A_1$	709363.00 mm <sup>2</sup>

## AZIONI SOLLECITANTI

Momento Flettente	$M_{Ed}$	0.00 KNm
Taglio	$V_{Ed}$	351.00 KN
Carico centrato		SI

## VERIFICHE SECONDO EUROCODICE 2

Verifica a punzonamento di piastre e fondazioni di pilastri prive di armatura a taglio (EC2 § 6.4.5)

Perimetro di verifica		perimetro $u_{cont}$
Posizione Pilastro		di Bordo
Coefficiente (valori approssimati raccomandati dall'Eurocodice)	$\beta$	1
Tensione massima di taglio sul perimetro critico	$v_{Ed}$	0.18 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente	$C_{Rd,c}$	0.12
Coefficiente	$k$	2.00
Rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa	$\rho_l$	0.014
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	0.59 N/mm <sup>2</sup>
Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica $u_1$ .	$V_{Rd,c}$	0.80 N/mm <sup>2</sup>
	Verifica $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$	OK
		FS 0.22

### 13.4.7 VERIFICA A TAGLIO SLU

#### ARMATURA SECONDA FASE

#### ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Ved	409.2	
b	1000	mm
h	250	mm
c	40	mm
d	210	mm
fck	35	Mpa
gc	1.8	-
k	2.0	-
Asl	2262	mm <sup>2</sup>
r1	0.011	-
v_min	0.58	Mpa
Vrd,1	139.132	kN
	3	
Vrd,2	120.772	kN
	7	
tasso di lavoro	294%	

#### ELEMENTI CON ARMATURE TRAVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Ved	409.2	kN
d	210	mm
Asw	523.598	mm <sup>2</sup>
	8	
b_w	1000	mm
ø_sw	10	mm
s	150	mm
fcd	16.53	Mpa
fyd	391	Mpa
a	90	°
Cotq	0.38048	rad
	2	
n	0.5	
Resistenza taglio - trazione		
Vrsd	644.9	kN
Resistenza taglio-compressione		
Vrcd	538.5	kN
tasso di lavoro	76%	



#### 13.4.8 URTO DI VEICOLO IN SVIO - CORDOLO

In accordo con i par. 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 si considera un'azione orizzontale di 100 kN distribuita su 50 cm ed applicata a 1 m dal piano viario; il momento conseguente viene ripartito su una larghezza collaborante dovuta alla diffusione a 45° fino a metà soletta e fino all'asse travi.

$$M = 100 * \left( 1.0 + 0.10 + \frac{0.25}{2} \right) = -123 \text{ kNm}$$

**Titolo :**

**N° Vertici**  **Zoom** **N° barre**  **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	35
3	40	35
4	40	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
4	3.14	4	31
5	3.14	20	31
6	3.14	36	31
7	3.14	4	17.5
8	3.14	36	17.5

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N**  **kN**  
**M**  **kNm**  
**M**  **kNm**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C35/45**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M**  **kN m**  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
**d**  **cm**  
**x**  **x/d**   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☒ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**   
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>**  **cm** **Col. modello**

☐ Precompresso

### Geometria del cordolo

Larghezza b	0.4 m
altezza h	0.35 m
Perimetro u	1.5 m

### Armatura cordolo

ferri longitudinali	n	diametro	A tot	Peso
	-	mm	mm²	kg/m
inferiori	3	20	942.5	7.40
parete	3	20	942.5	7.40
superiore	3	20	942.5	7.40
copriferro		40		
staffe trasversali	passo	n. bracci	diametro	A tot
	mm	-	mm	mm²
	200	5	14	769.7

### Sollecitazioni agenti

Msd	123 kN
VCA Mrd+	237.3 kN



VCA Mrd-	-237.3	kN
<b>Resistenza delle bielle di calcesteruzzo §4.1.35</b>		
spessore sezione cava equivalente t	0.09	m
	93.33	mm <sup>2</sup>
Area racchiusa dall fibra media A	0.08	m <sup>2</sup>
	78711.11	mm <sup>2</sup>
um	1.13	m
Resistenza di calcolo ridotta a compressione f'cd	19.83	Mpa
Al_tot	2827.43	mm <sup>2</sup>
al	2.51	
as	1.54	
inclinazione delle bielle qmin	1.00	45
qmax	2.50	68.19859051
cotq	1.28	51.93183565
$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \cot\theta / (1 + \cot^2\theta)$		
Trcd	141.5	kN/m
<b>Resistenza delle staffe §4.1.36</b>		
area racchiusa dalla fibra media A	78711.11	mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo armatura fyd	450.00	Mpa
inclinazione delle bielle qmin	1.00	-
qmax	2.50	-
qassunto	1.28	-
$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta$		
Trsd	854.08	kN/m
<b>Resistenza dei ferri longitudinali §4.1.37</b>		
Area racchiusa dalla fibra media A	78711.11	mm <sup>2</sup>
Area complessiva dei ferri longitudinali Al	2827.43	mm <sup>2</sup>
perimetro medio del nucleo res um	1.13	m
	1126.67	mm
Resistenza di calcolo armatura fyd	450.00	Mpa
inclinazione delle bielle qmin	1.00	-
qmax	2.50	-
$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \sum \frac{A_1}{u_m} \cdot f_{yd} / \cot\theta$		
qassunto	1.28	-
TrLd	139.24	kN/m
<b>Resistenza a torsione del cordolo §4.1.39</b>		
$T_{Rd} = \min (T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld})$		
Trd	139.24	kN/m
VERIFICATO		

## 14 VERIFICA DEFORMAZIONI

$$\delta_{\text{tot}} = \delta_1 + \delta_2 \quad [4.2.60]$$

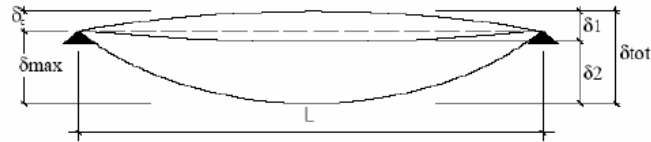


Fig. 4.2.3 - Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

essendo:

$\delta_c$  la monta iniziale della trave,

$\delta_1$  lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti,

$\delta_2$  lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili,

$\delta_{\text{max}}$  lo spostamento nello stato finale, depurato della monta iniziale =  $\delta_{\text{tot}} - \delta_c$ .

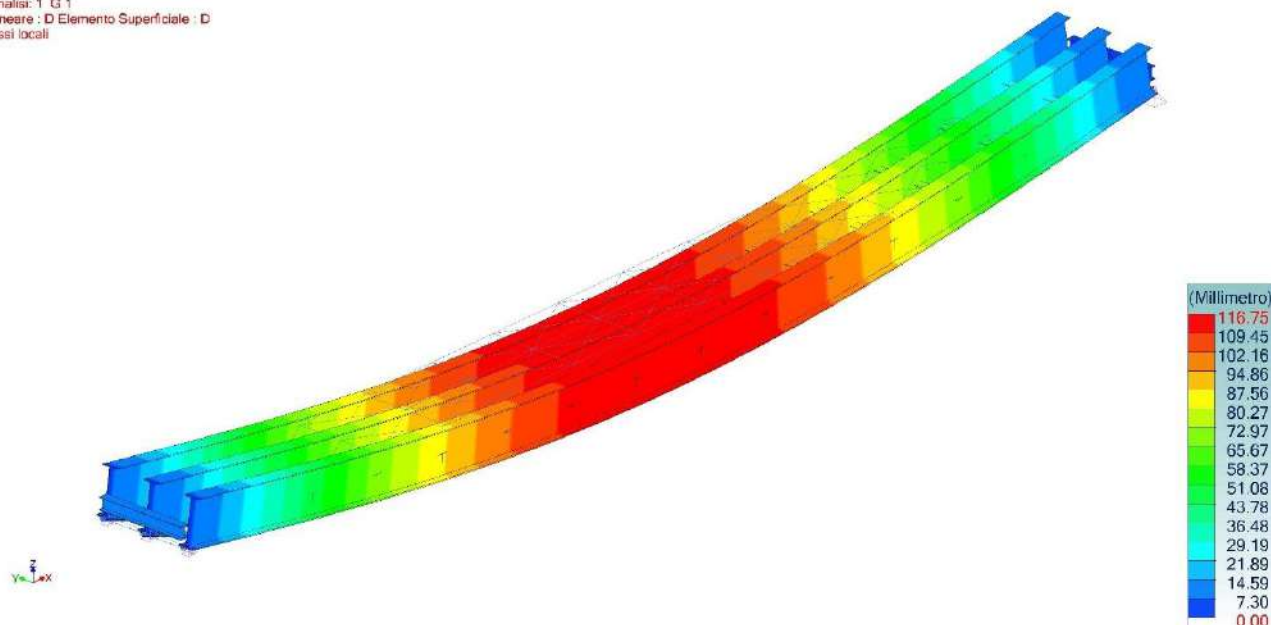
Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{\text{max}}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

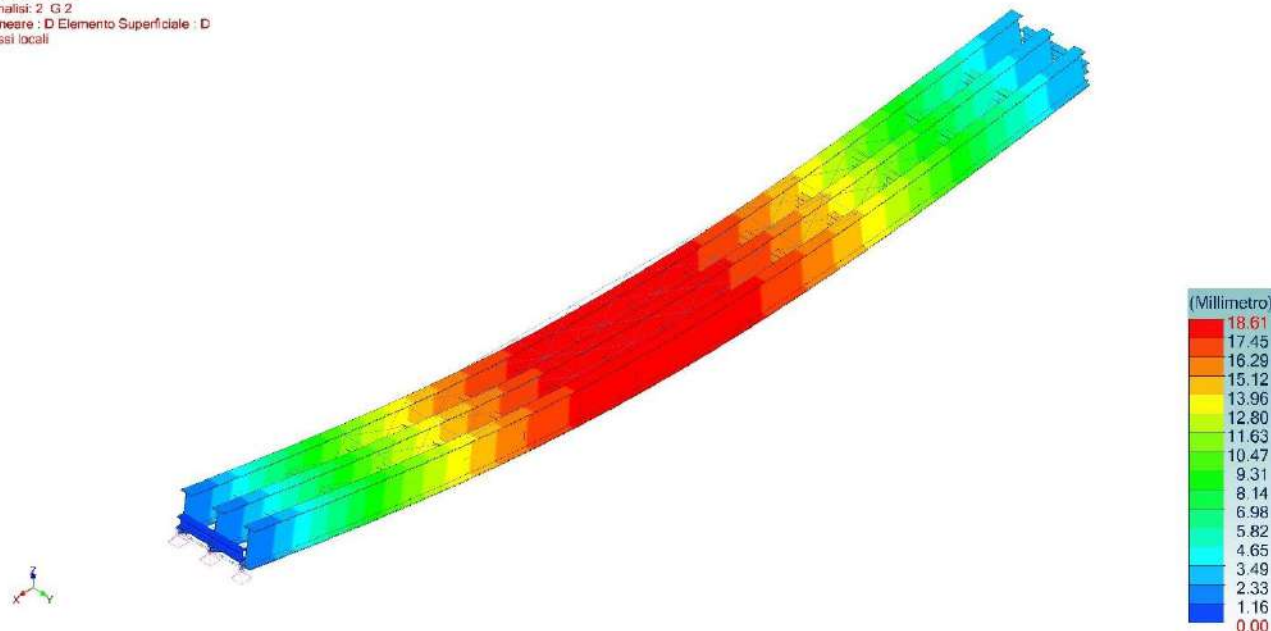
## DEFORMAZIONI E SPOSTAMENTI

Vista UTENTE  
 Analisi: 1 G 1  
 Lineare: D Elemento Superficiale: D  
 Assi locali



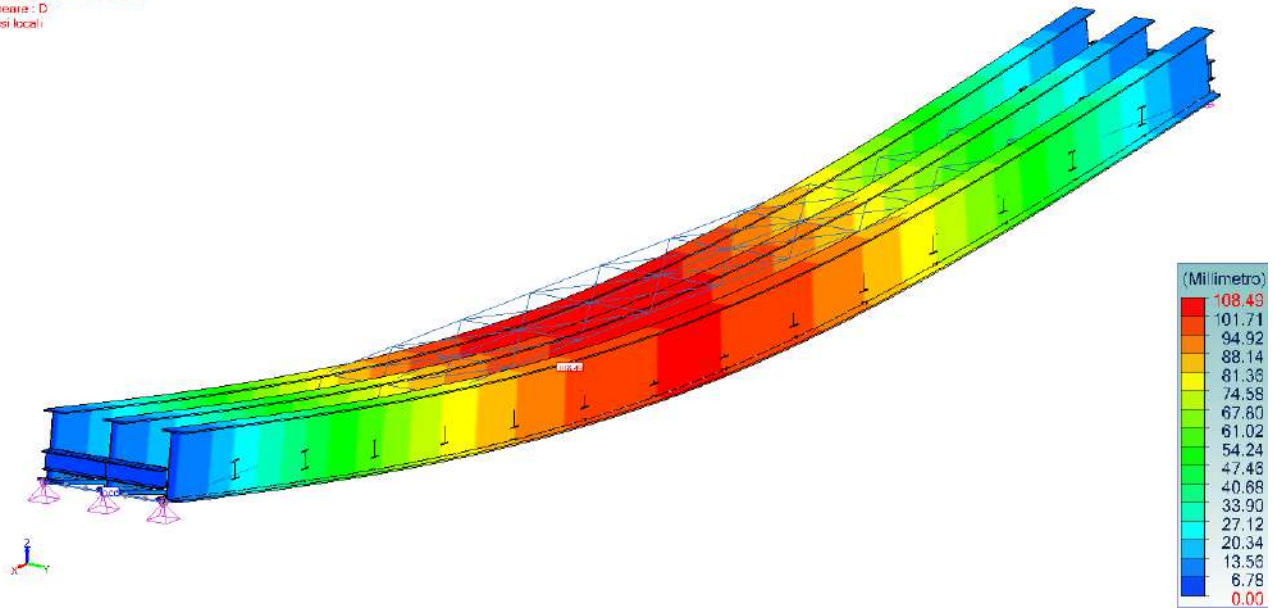
Deformazioni Carico G1 (senza considerare il piano rigido)

Vista UTENTE  
 Analisi: 2 G 2  
 Lineare: D Elemento Superficiale: D  
 Assi locali



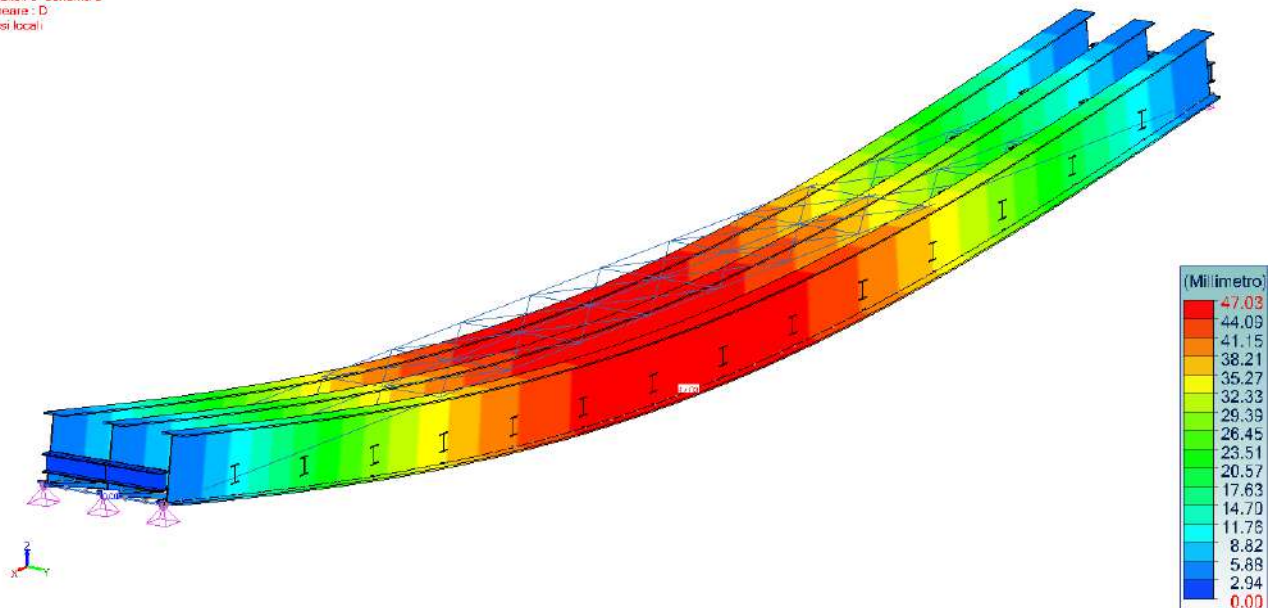
Deformazioni Carico G2(inserimento piano rigido)

Vista UTENTE  
 Analisi: 4 Schema 1: Pos B  
 Lineare: D  
 Assi locali



Deformazioni Carico traffico q<sub>1</sub> (Schema 1)

Vista UTENTE  
 Analisi: 6 Schema 5  
 Lineare: D  
 Assi locali



Deformazioni Carico traffico q<sub>5</sub> (Schema 5)

#### Analisi della CONTROMONTA

È prevista una contromonta di officina che permette di scontare completamente le deformazioni permanenti e quota parte delle deformazioni accidentali.

La contromonta di officina sarà pari a 200mm, atta ad assorbire la deformazione dei controventi e l'eventuale gioco foro bullone previsto nei costruttivi.

Deformazioni in mm	Campata L=40.0m
Permanenti G1	116.8
Permanenti G2	18.6
Accidentali + folla	108.5
Freccia (1/L) permanenti (G1+G2)	295* = 40000/135.4
Freccia (1/L) accidentali	369** = 40000/108.5

\*freccia assorbita dalla contromonta

\*\*freccia assorbita parzialmente dalla contromonta

## 15 VERIFICA COLLEGAMENTI

### UNIONI BULLONATE

#### VERIFICA A TRAZIONE SUI BULLONI

La verifica prevede che la forza di progetto  $F_{t,sd}$  non ecceda la resistenza a trazione del complesso bullone-piatto, da assumersi come valore minimo tra la resistenza di progetto a trazione dei bulloni,  $F_{t,Rd}$  comprendendo eventualmente l'azione dovuta all'effetto leva, e la resistenza di progetto a punzonamento della testa del bullone  $B_{p,Rd}$ . In dettaglio, viene richiesto che:

$$F_{t,sd} \leq B_{t,Rd}$$

Essendo:

$$B_{t,Rd} = \min\{F_{t,Rd}; B_{p,Rd}\}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}} \qquad B_{t,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot f_u \cdot d_m \cdot t_p}{\gamma_{Mb}}$$

in cui  $f_u$  e  $f_{ud}$  rappresentano rispettivamente la tensione ultima del piatto sotto la testa del bullone e quella del bullone stesso,  $t_p$  lo spessore del piatto sottostante la testa del bullone o del dado,  $d_m$  il valore minimo fra il valore medio della distanza misurata fra i punti e fra le superfici piane della testa del bullone oppure del dado,  $\gamma_{Mb}$  il coefficiente parziale di sicurezza per le unioni bullonate e  $A_s$  l'area della sezione resistente del bullone.

#### VERIFICA A TAGLIO NEI BULLONI

La verifica viene differenziata a seconda che il piano di taglio passi o meno attraverso la porzione filettata del bullone. In particolare si è considerato il caso in cui il piano di taglio passi attraverso la porzione filettata della barra di area  $A_s$ , la resistenza a taglio nel bullone vale

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}}$$

#### VERIFICA A TAGLIO E TRAZIONE AZIONE COMBINATA SUI BULLONI

Nel caso specifico sulle barre agisce una quota derivante dall'azione di Taglio e e una quota derivante dalla trazione generata dal momento agente. Deve essere verificata anche la seguente relazione:

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

I termini corrispondenti della relazione sono stati definiti nelle equazioni precedenti.

## VERIFICA DELLA RESISTENZA A RIFOLLAMENTO

La resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$  viene definita come:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{Mb}}$$

in cui  $d$  rappresenta il diametro del bullone ed il termine  $\alpha$  è espresso come :

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \right\}$$

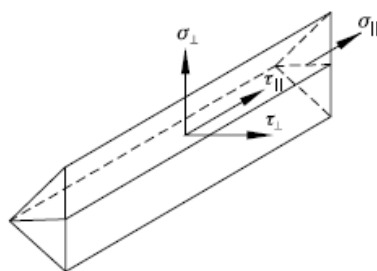
essendo  $d_0$  è il diametro del foro mentre i termini  $e_1$  e  $p_1$  sono rispettivamente le distanze da centro foro esterno e fine piastra, e distanza centro foro a foro successivo.

## UNIONI SALDATE

Nelle unioni con saldature a cordoni d'angolo la resistenza di progetto, per unità di lunghezza, dei cordoni d'angolo si determina con riferimento all'altezza di gola "a", cioè all'altezza "a" del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone.

Allo stato limite ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola (definita al § 4.2.8.2.3). Nel seguito si indicano con  $\sigma_{\perp}$  la tensione normale e con  $\tau_{\perp}$  la tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone d'angolo, agenti nella sezione di gola nella sua posizione effettiva, e con  $\sigma_{\parallel}$  la tensione normale e con  $\tau_{\parallel}$  la tensione tangenziale parallele all'asse del cordone d'angolo. La tensione normale  $\sigma_{\parallel}$  non influenza la resistenza del cordone.

### Tensioni sulla sezione di gola di una saldatura a cordone d'angolo



Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2})$$

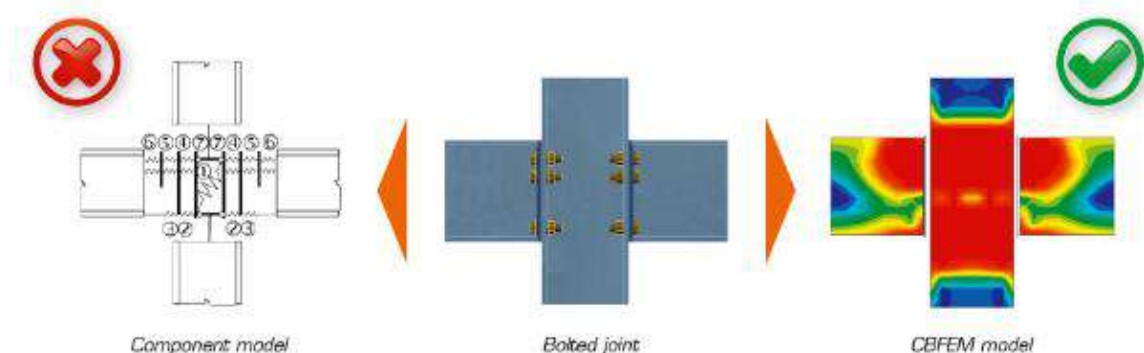
dove

$f_{tk}$  è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,  $\beta = 0,80$  per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

### VERIFICA GIUNTI CON METODO CBFEM (Component Based Finite Element Model)

#### THEORETICAL BACKGROUND - CBFEM vs Components method

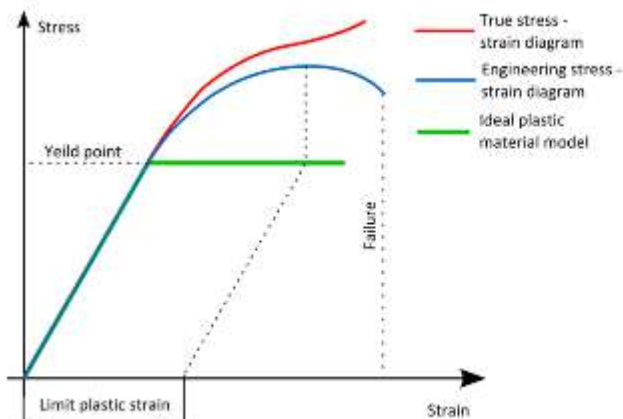
The weak point of standard Component method is in analyzing of internal forces and stress in a joint. CBFEM replaces specific analysis of internal forces in joint with general FEA.



Check methods of specific components like bolts or welds are done according to standard Component method (Eurocode). For the fasteners - bolts and welds - special FEM components had to be developed to model the welds and bolts behaviour in joint. All parts of 1D members and all additional plates are modelled as plate/walls. These elements are made of steel (metal in general) and the behaviour of this material is significantly nonlinear. The real stress-strain

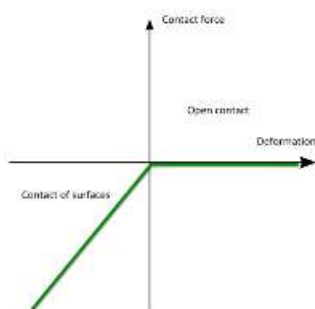


diagram of steel is replaced by the ideal plastic material for design purposes in building practice. The advantage of ideal plastic material is, that only yield strength and modulus of elasticity must be known to describe the material curve. The granted ductility of construction steel is 15 %. The real usable value of limit plastic strain is 5% for ordinary design (1993-1-5 appendix C paragraph C.8 note 1). The stress in steel cannot exceed the yield strength when using the ideal elastic-plastic stress-strain diagram.



Real tension curve and the ideal elastic-plastic diagram of material

CBFEM method tries to create to model the real state precisely. The analysis plate/walls are not interconnected, no intersections are generated between them, unlike it is used to when modelling structures and buildings. Mesh of finite elements is generated on each individual plate independently on mesh of other plates. Welds are modelled as special massless force interpolation constrains, which ensure the connection between the edge of one plate and the surface or edge of the other plate. This unique calculation model of bolt provides very good results - both for the point of view of precision and of the analysis speed. The method protected by patent. The steel base plate is placed loosely on the concrete foundation. It is a contact element in the analysis model - the connection resists fully to compression, but does not resist to tension.



Stress-strain diagram of contact between the concrete block and the base plate

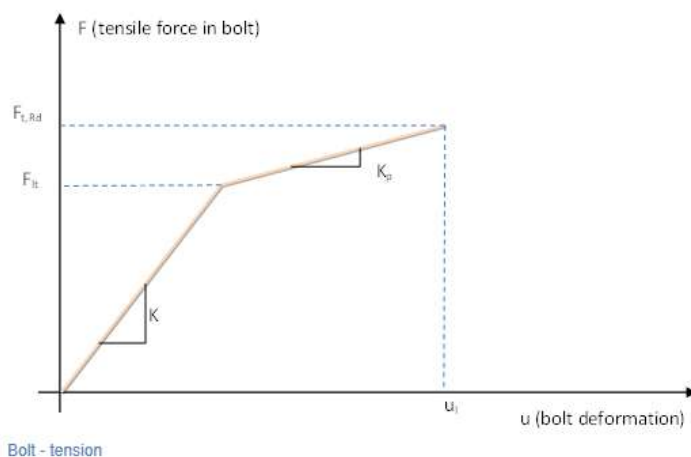
Two approaches of modelling welds are implemented. The first option of weld model between plates is direct merge of meshes of welded plates. The load is transmitted through a force-deformation constrains to opposite plate. This model does not respect the stiffness of the weld and the stress distribution is conservative. Stress peaks, which appear at the end of plate edges, in corners and rounding, govern the resistance along the whole length of the weld. To eliminate the effect of stress peaks three methods for evaluation of the weld can be chosen:

- Maximal stress (conservative)
- Average stress on weld
- Linear interpolation along weld

The second approach uses an improved weld model. A special elastoplastic element is added between the plates. The element respects the weld throat thickness, position and orientation. Ideal plastic model is used and the plasticity state is controlled by stresses in the weld throat section. The stress peaks are redistributed along the longer part of the weld length.

Bolted connection consists of two or more clasped plates and one or more bolts. Plates are placed loosely on each other. A contact element is inserted between plates in the analysis model, which acts only in compression. No forces are carried in tension.

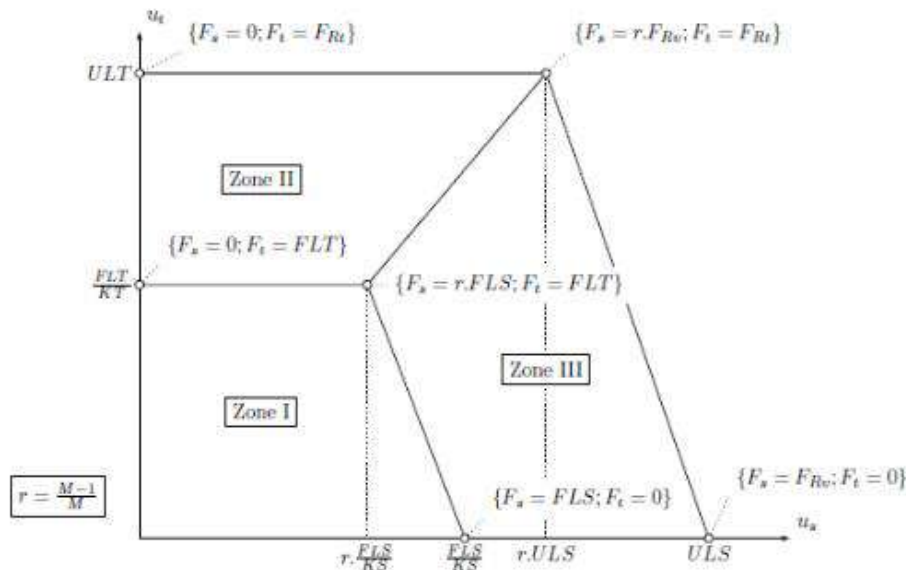
Shear force is taken by bearing. Special model for its transferring in the force direction only is implemented. IDEA StatiCa Connection can check bolts for interaction of shear and tension. The bolt behavior is implemented according following picture.



## Symbols explanation:

- $K$  - linear stiffness of bolt,
- $K_p$  - stiffness of bolt at plastic branch,
- $F_{lt}$  - limit force for linear behaviour of bolt,
- $F_{t,Rd}$  - limit bolt resistance,

$u_l$  - limit deformation of bolt.

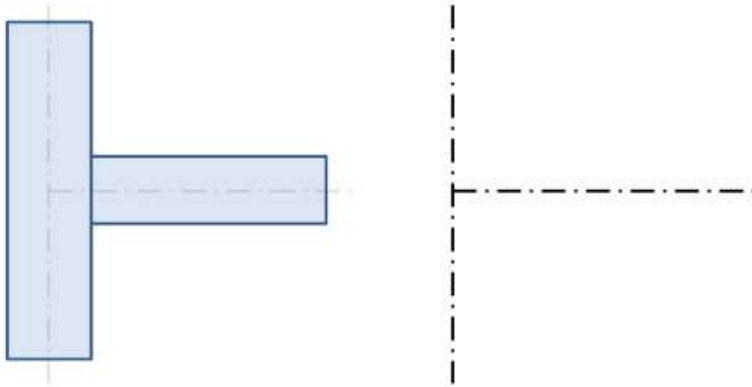


Bolt - interaction of shear and tension

The concrete block in CBFEM is modelled using Winkler-Pasternak subsoil model. The stiffness of subsoil is determined using modulus of elasticity of concrete and effective height of subsoil. The concrete block is not designed by CBFEM method. Only the minimal dimension of block under the base plate is determined to avoid the concrete cone breakout.

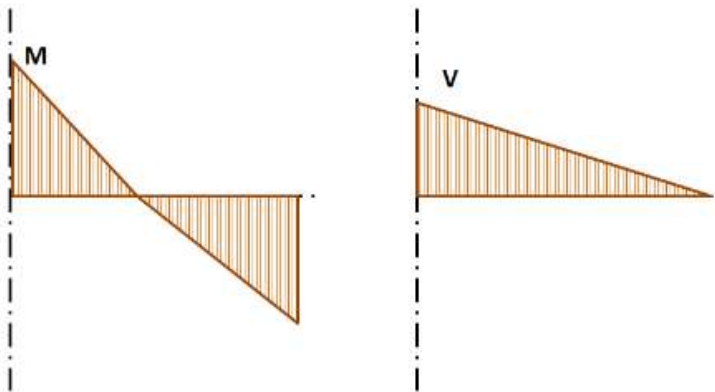
## LOADS

End forces of member of the frame analysis model are transferred to the ends of member segments. Eccentricities of members caused by the joint design are respected during transfer. The analysis model created by CBFEM method corresponds to the real joint very precisely, whereas the analysis of internal forces is performed on very idealised 3D FEM 1D model, where individual beams are modelled using centrelines and the joints are modelled using immaterial nodes.



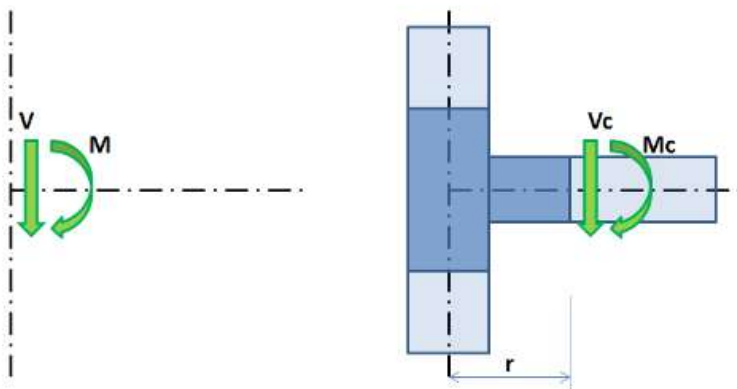
Real shape and theoretical 3D FEM model of joint of vertical column and horizontal beam

Internal forces are analysed using 1D members in 3D model. There is an example of courses of internal forces in the following picture.



Course of bending moment and shear force on horizontal beam. M and V are the end forces at joint.

The effects caused by member on the joint are important to design the joint (connection). The effects are illustrated in the following picture.



Effects of member on the joint in 1D members model and CBFEM model. CBFEM model is drawn in dark color.

Moment  $M$  and force  $V$  act in theoretical joint. The point of theoretical joint does not exist in CBFEM model, thus the load cannot be applied here. The model must be loaded by actions  $M$  and  $V$ , which have to be transferred to the end of segment in the distance  $r$ .

$$M_c = M - V \cdot r$$

$$V_c = V$$

In CBFEM model, the end section of segment is loaded by moment  $M_c$  and force  $V_c$ .

## WELDS

### Design resistance

The stress in the throat section of fillet weld is determined according to art. 4.5.3:

$$\sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5}$$

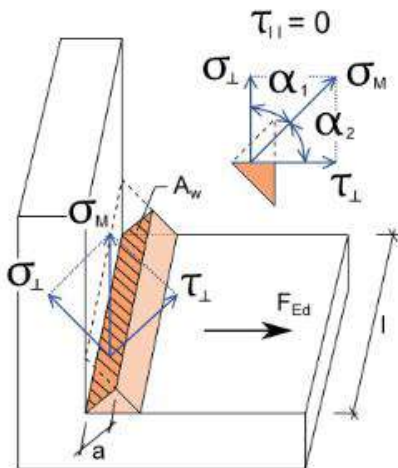
$$\sigma_{w,Rd} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$0.9 \cdot \sigma_{w,Rd} = f_u / \gamma_{M2}$$

### Weld utilisation

$$U_t = \min(\sigma_{w,Ed} / \sigma_{w,Rd}; \sigma_{\perp} / 0.9 \cdot \sigma_{w,Rd})$$

$\beta_w$  - correlation factor tab 4.1



## BOLTS

Design tension resistance of bolt:  $F_{tRd} = 0.9 f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$ .

Design shear resistance at punching of bolt head or nut EN 1993-1-8:  $B_{pRd} = 0.6 \pi d_m t_p f_u /$

$\gamma_{M2}$ .

Design shear resistance per one shear plane:  $F_{vRd} = a_v f_{ub} A_s / \gamma_{M2}$ .

Design bearing resistance of plate EN 1993-1-8:  $F_{bRd} = k_1 a_b f_u d t / \gamma_{M2}$ .

Utilisation in tension [%]:  $U_{tt} = F_{tEd} / \min(F_{tRd}, B_{pRd})$ .

Utilisation in shear [%]:  $U_{ts} = V / \min(F_{vRd}, F_{bRd})$ .

Interaction of shear and tension [%]:  $U_{tts} = (V / F_{vRd}) + (F_{tEd} / 1.4 F_{tRd})$ .

where

- $A_s$  - tensile stress area of the bolt,
- $f_{ub}$  - ultimate tensile strength,
- $d_m$  - bolt head diameter,
- $d$  - bolt diameter,
- $t_p$  - plate thickness under the bolt head/nut,
- $f_u$  - ultimate steel strength,
- $\alpha_v = 0,6$  for classes (4.6, 5.6, 8.8)  
 $\alpha_v = 0,5$  for classes (4.8, 5.8, 6.8, 10.9),
- $k_1 = 2.5$ ,
- $a_b = 1.0$ ,
- $F_{tEd}$  - design tensile force in bolt,

$V$  - resultant of shear forces in bolt.

## PRELOADED BOLTS

The design slip resistance of a preloaded class 8.8 or 10.9 bolt is subjected to an applied tensile force,  $F_{t,Ed}$ .

Preloading force to be used EN 1993-1-8 3.9 (3.7)

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub}$$

As Design slip resistance per bolt EN 1993-1-8 3.9 (3.8)

$$F_{s,Rd} = k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed}) / \gamma_{M3}$$

Utilisation in shear [%]:

$$U_{ts} = V / F_{s,Rd} \text{ where}$$

- $A_s$  - tensile stress area of the bolt,
- $f_{ub}$  - ultimate tensile strength,

- $k_s$  - coefficient given in Table 3.6;  $k_s = 1$ ,
- $\mu$  - slip factor obtained,
- $n$  - number of the friction surfaces. Check is calculated for each friction surface separately,
- $\gamma M_3$  - safety factor,
- $V$  - shear force,
- $F_{t,Ed}$  - design tensile force in bolt.

## ANCHORS

Concrete cone failure resistance of anchor or group of anchors ETAG-001 5.2.2.4:

$$N_{Rkc} = N_{Rkc}^0 A_{cN} / A_{cN}^0 \Psi_{sN} \Psi_{reN}.$$

Initial value of characteristic resistance:

$$N_{Rkc}^0 = 7.2 f_{ck}^{0.5} h_{ef}^{1.5},$$

where

- $A_{cN}^0$  - area of concrete cone of an individual anchor; circle of diameter  $1.5 * h_{ef}$ ,
- $h_{ef}$  - length of anchor in concrete,
- $f_{ck}$  - characteristic concrete compressive strength,
- $A_{cN}$  - actual area of concrete cone of the anchorage at the concrete surface respecting influence of edges and adjoining anchors,
- $\Psi_{sN} = 1$ ,
- $\Psi_{reN} = 1$ .

Anchors shear resistance in case of transfer of shear forces. Friction is not taken into account. Valid in case, that the anchor failure precedes the concrete failure ETAG-001

5.2.3.2:

$$V_{Rks} = 0.5 f_y A_s.$$

Concrete pry-out failure ETAG-001 5.2.3.3:

$$V_{Rkcp} / \gamma_{Mc} \leq V,$$

$$V_{Rkcp} = k * N_{Rkc},$$

where

- $V$  - shear force,
- $k = 1$  for  $h_{ef} < 60$
- $k = 2$  for  $h_{ef} \geq 60$ .

Concrete edge failure ETAG-001 5.2.3.4:

$$V_{Rkc} / \gamma_{Mc} \leq V,$$

$$V_{Rkc} = V_{Rkc}^0 A_{cV} / A_{cV}^0 \psi_{sV} \psi_{reV},$$

$$V_{Rkc}^0 = 1.7 d^\alpha l_f^\beta f_{ck}^{0.5} c_1^{1.5},$$

$$\alpha = 0.1 (l_f / c_1)^{0.5},$$

$$\beta = 0.1 (d / c_1)^{0.2},$$

where

- $l_f = h_{ef}$ ,
- $c_1$  - edge distance,
- $d$  - anchor diameter,
- $\psi_{sV} = 1$ ,
- $\psi_{reV} = 1$ ,
- $A_{cV}^0$  - area of concrete cone of an individual anchor at the lateral concrete surface not affected by edges ( $4.5 c_1^2$ ),
- $A_{cV}$  - actual area of concrete cone of anchorage at the lateral concrete surface.

## CONCRETE BLOCK

Concrete resistance at concentrated compression:

$$F_{jd} = \beta_j k_j f_{ck} / \gamma_c.$$

Average stress under the base plate:

$$\sigma = N / A_{eff}.$$



Utilisation in compression [%]:

$$U_t = \sigma / F_{jd},$$

where

- $f_{ck}$  - characteristic compressive concrete strength,
- $\beta_j = 0.6$ ,
- $k_j$  - concentration factor,
- $\gamma_c$  - safety factor,
- $A_{eff}$  - effective area, on which the column force N is distributed.

## SHEAR IN CONCRETE BLOCK

1. Shear is transferred only by friction:

$$V_{Rd,y} = N \cdot C_f,$$

$$V_{Rd,z} = N \cdot C_f.$$

2. Shear is transferred by shear iron and friction:

$$V_{Rd,y} = N \cdot C_f + A_{vy} \cdot f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0}),$$

$$V_{Rd,z} = N \cdot C_f + A_{vz} \cdot f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0}).$$

Utilisation in shear [%]:

$$U_t = \min (V_y/V_{Rd,y}, V_z/V_{Rd,z}),$$

where

- $A_{vy}$  - shear area  $A_y$  of shear iron cross-section,
- $A_{vz}$  - shear area  $A_z$  of shear iron cross-section,
- $f_y$  - yield strength,
- $\gamma_{M0}$  - safety factor,
- $V_y$  - shear force component in the base plate plane in y-direction,
- $V_z$  - shear force component in the base plate plane in z-direction,
- $N$  - force perpendicular to the base plate,
- $C_f$  - friction coefficient.

#### Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Di riferimento
V <sub>M0</sub>	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V <sub>M1</sub>	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V <sub>M2</sub>	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
V <sub>M3</sub>	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
V <sub>C</sub>	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
V <sub>inst</sub>	1.20	-	ETAG 001-C: 3.2.1
Coefficiente unione β <sub>j</sub>	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area utile - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Resistenza plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Resistenza ad estrazione del cono di calcestruzzo	Si		ETAG 001-C
Usa il valore di c <sub>b</sub> calcolato nella verifica a rifollamento	No		EN 1993-1-8: tab 3.4

## 15.1 NODO 1

### Design

Name CON1  
 Description  
 Analysis Stress, strain/ simplified loading

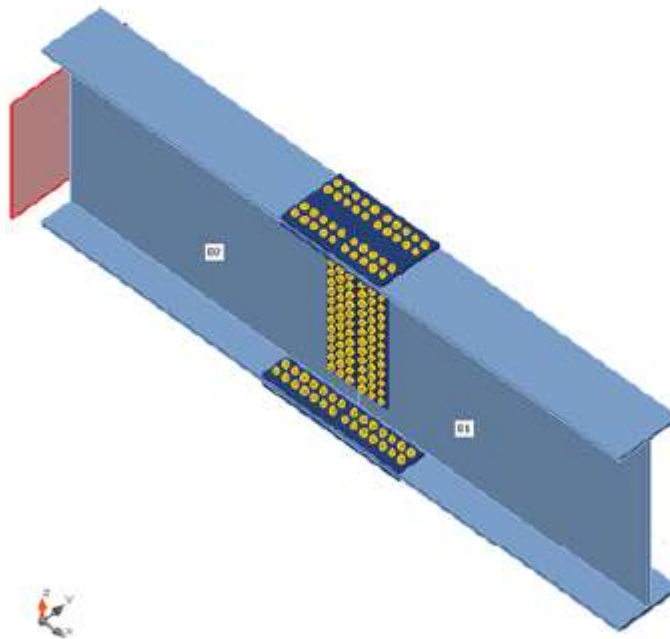
### Members

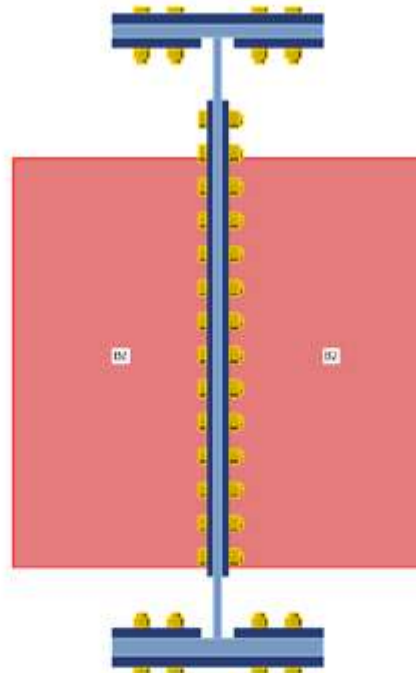
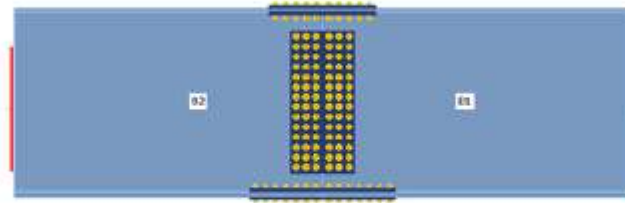
#### Geometry

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	2 - Iwn1500x(500/500)	0.0	0.0	0.0	0	0	0
B2	2 - Iwn1500x(500/500)	180.0	0.0	0.0	0	0	0

#### Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
B1 / end		Node	0
B2 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0





#### Cross-sections

Name	Material
2 - Iwn1500x(500/500)	S 355

## Cross-sections

Name	Material	Drawing
2 - Iwn1500x(500/500)	S 355	

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	$f_u$ [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M24 10.9	M24 10.9	24	1000.0	452

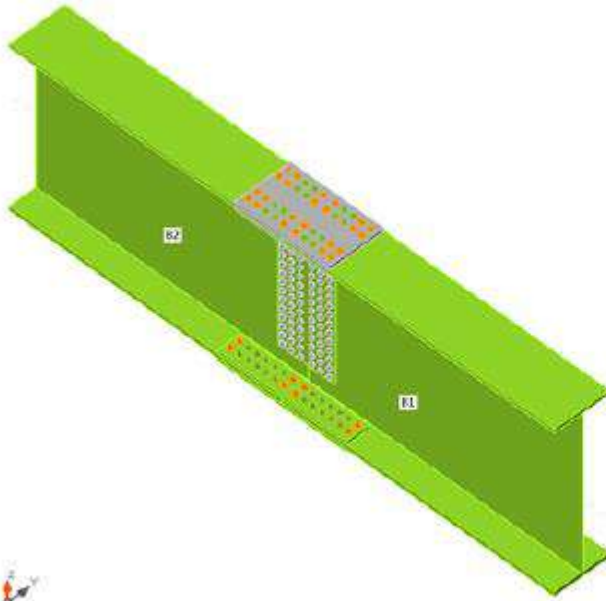
## Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / End	1562.0	0.0	0.0	0.0	-9603.0	0.0
LE2	B1 / End	1562.0	0.0	1488.0	0.0	0.0	0.0

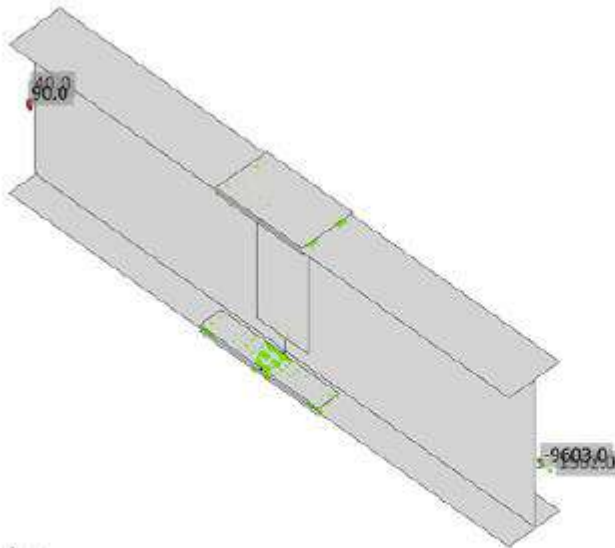
## Check

## Summary

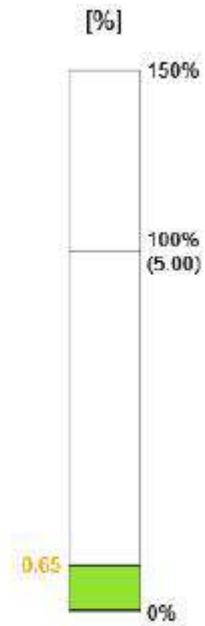
Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.6 < 5.0%	OK
Bolts	99.8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

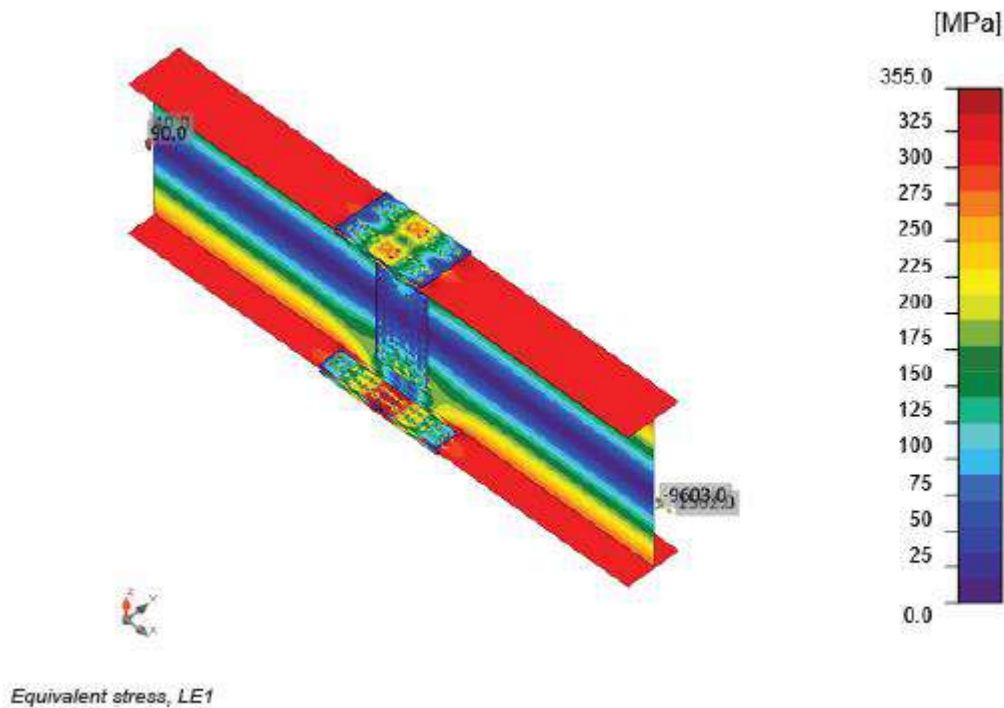


Overall check, LE1



Strain check, LE1





#### Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 10.9 - 1	254.2	701.8	141.2
M24 10.9 - 2	254.2	421.1	141.2

#### Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces $V_y$ and $V_z$ in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$U_t$	Utilization in tension
$U_s$	Utilization in shear
$U_{ts}$	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

#### Detailed result for B15

##### Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 254.2 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 3.6 \text{ kN}$$

Where:

$k_2 = 0.90$	– Factor
$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$	– Ultimate tensile strength of the bolt
$A_s = 353 \text{ mm}^2$	– Tensile stress area of the bolt
$\gamma_{M2} = 1.25$	– Safety factor

**Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 701.8 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 3.6 \text{ kN}$$

Where:

- $d_m = 38 \text{ mm}$  – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller
- $t_p = 25 \text{ mm}$  – Plate thickness
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$  – Ultimate strength
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor

**Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 141.2 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 139.5 \text{ kN}$$

Where:

- $\beta_p = 1.00$  – Reduction factor for packing
- $\alpha_v = 0.50$  – Reduction factor for shear stress
- $f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$  – Ultimate tensile strength of the bolt
- $A = 353 \text{ mm}^2$  – Tensile stress area of the bolt
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor

**Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 705.6 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 269.6 \text{ kN}$$

Where:

- $k_1 = \min(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$  – Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer
- $\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 1.00$  – Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer
- $e_2 = 150 \text{ mm}$  – Distance to the plate edge perpendicular to the shear force
- $p_2 = 80 \text{ mm}$  – Distance between bolts perpendicular to the shear force
- $d_0 = 28 \text{ mm}$  – Bolt hole diameter
- $e_1 = \infty \text{ mm}$  – Distance to the plate edge in the direction of the shear force
- $p_1 = \infty \text{ mm}$  – Distance between bolts in the direction of the shear force
- $f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$  – Ultimate tensile strength of the bolt
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$  – Ultimate strength of the plate
- $d = 24 \text{ mm}$  – Nominal diameter of the fastener
- $t = 30 \text{ mm}$  – Thickness of the plate
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor



#### Utilization in tension

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}; B_{p,Rd})} = 0.01 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{t,Ed} = 3.6 \text{ kN} \quad - \text{ Tensile force}$$

$$F_{t,Rd} = 254.2 \text{ kN} \quad - \text{ Tension resistance}$$

$$B_{p,Rd} = 701.8 \text{ kN} \quad - \text{ Punching resistance}$$

#### Utilization in shear

$$\max\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}, \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}\right) = 0.99 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{v,Ed} = 139.5 \text{ kN} \quad - \text{ Shear force (in decisive shear plane)}$$

$$F_{v,Rd} = 141.2 \text{ kN} \quad - \text{ Shear resistance}$$

$$F_{b,Ed} = 269.6 \text{ kN} \quad - \text{ Bearing force (for decisive plate)}$$

$$F_{b,Rd} = 705.6 \text{ kN} \quad - \text{ Bearing resistance}$$

#### Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} = 1.00 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{v,Ed} = 139.5 \text{ kN} \quad - \text{ Shear force (in decisive shear plane)}$$

$$F_{v,Rd} = 141.2 \text{ kN} \quad - \text{ Shear resistance}$$

$$F_{t,Ed} = 3.6 \text{ kN} \quad - \text{ Tensile force}$$

$$F_{t,Rd} = 254.2 \text{ kN} \quad - \text{ Tension resistance}$$

## 15.2 NODO 2

### Design

Name	2
Description	
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

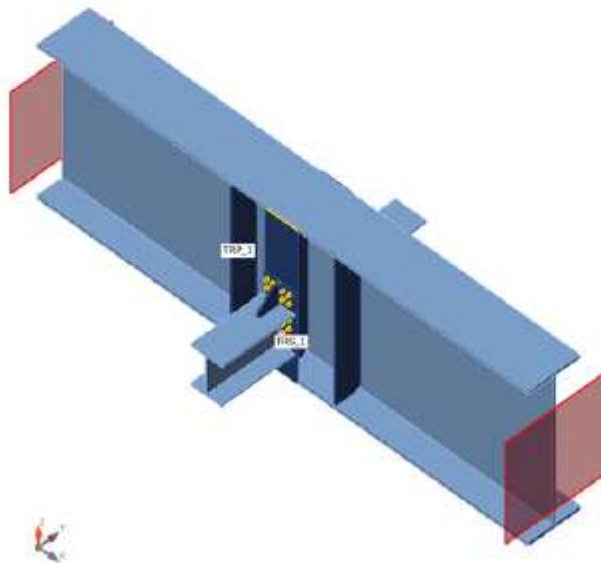
### Members

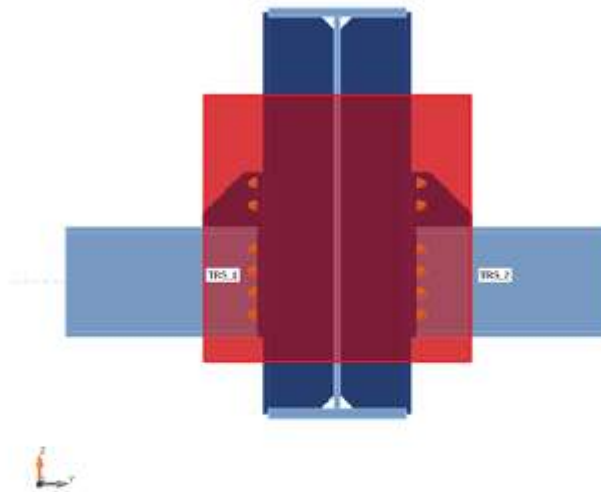
#### Geometry

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
TRP_1	1907 - I11.5*0.02+0.5*0.03+0.5*0.04(lwn1500x(500/500))	0.0	0.0	0.0	0	0	898
TRS_1	1923 - I10.4*0.01+0.3*0.02(lwn400x(300/300))	-90.0	0.0	0.0	0	0	500
TRS_2	1923 - I10.4*0.01+0.3*0.02(lwn400x(300/300))	-90.0	0.0	0.0	0	0	500

#### Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
TRP_1 / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	0
TRP_1 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	0
TRS_1 / end		Position	0
TRS_2 / begin		Position	0





#### Cross-sections

Name	Material
1907 - I1.5*0.02+0.5*0.03+0.5*0.04(lwn1500x(500/500))	S355
1923 - I0.4*0.01+0.3*0.02(lwn400x(300/300))	S355

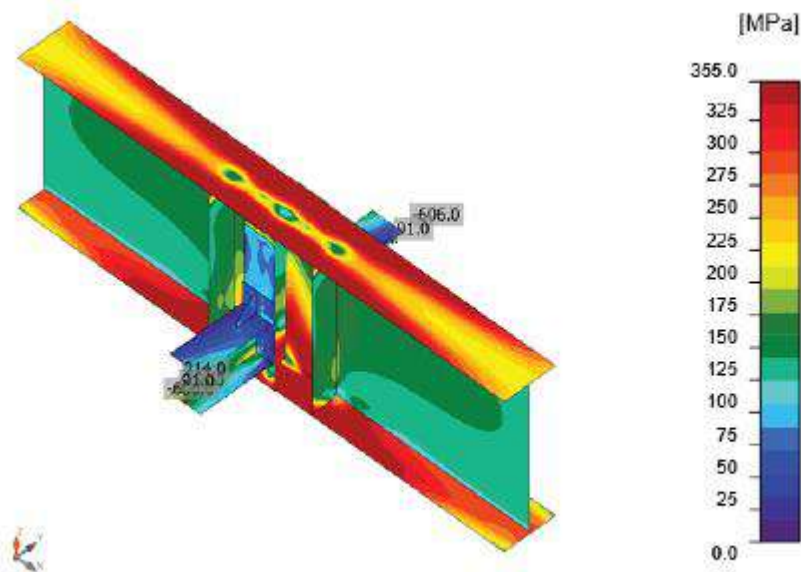
#### Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE167	TRS_1 / End	-806.0	38.0	214.0	0.0	91.0	0.0
	TRS_2 / Begin	-806.0	-38.0	214.0	0.0	91.0	0.0

#### Check

#### Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	10.5 > 5.0%	OK
Bolts	90.3 < 100%	OK
Welds	0.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	



Equivalent stress, LE167

#### Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 10.9 - 1	176.4	469.4	98.0

#### Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces $V_y$ and $V_z$ in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$U_t$	Utilization in tension
$U_s$	Utilization in shear
$U_{ts}$	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

#### Detailed result for B44

**Tension resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = 176.4 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 159.3 \text{ kN}$$

Where:

- $k_2 = 0.90$  – Factor
- $f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$  – Ultimate tensile strength of the bolt
- $A_s = 245 \text{ mm}^2$  – Tensile stress area of the bolt
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor

**Punching resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 469.4 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 159.3 \text{ kN}$$

Where:

- $d_m = 32 \text{ mm}$  – The mean of the across points and across flats dimensions of the bolt head or the nut, whichever is smaller
- $t_p = 20 \text{ mm}$  – Plate thickness
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$  – Ultimate strength
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor

**Shear resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ kN} \geq F_{v,Ed} = 16.6 \text{ kN}$$

Where:

- $\beta_p = 1.00$  – Reduction factor for packing
- $\alpha_v = 0.50$  – Reduction factor for shear stress
- $f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$  – Ultimate tensile strength of the bolt
- $A = 245 \text{ mm}^2$  – Tensile stress area of the bolt
- $\gamma_{M2} = 1.25$  – Safety factor

**Bearing resistance check (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = 332.1 \text{ kN} \geq F_{b,Ed} = 16.6 \text{ kN}$$

Where:

$$k_1 = \min\left(2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.12$$

– Factor for edge distance and bolt spacing perpendicular to the direction of load transfer

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 1.00$$

– Factor for end distance and bolt spacing in direction of load transfer

$$e_2 = 100 \text{ mm}$$

– Distance to the plate edge perpendicular to the shear force

$$p_2 = 60 \text{ mm}$$

– Distance between bolts perpendicular to the shear force

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

– Bolt hole diameter

$$e_1 = 128 \text{ mm}$$

– Distance to the plate edge in the direction of the shear force

$$p_1 = 171 \text{ mm}$$

– Distance between bolts in the direction of the shear force

$$f_{ub} = 1000.0 \text{ MPa}$$

– Ultimate tensile strength of the bolt

$$f_u = 490.0 \text{ MPa}$$

– Ultimate strength of the plate

$$d = 20 \text{ mm}$$

– Nominal diameter of the fastener

$$t = 20 \text{ mm}$$

– Thickness of the plate

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

– Safety factor

**Utilization in tension**

$$\frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd})} = 0.90 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{t,Ed} = 159.3 \text{ kN}$$

– Tensile force

$$F_{t,Rd} = 176.4 \text{ kN}$$

– Tension resistance

$$B_{p,Rd} = 469.4 \text{ kN}$$

– Punching resistance

**Utilization in shear**

$$\max\left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}, \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}}\right) = 0.17 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{v,Ed} = 16.6 \text{ kN}$$

– Shear force (in decisive shear plane)

$$F_{v,Rd} = 98.0 \text{ kN}$$

– Shear resistance

$$F_{b,Ed} = 16.6 \text{ kN}$$

– Bearing force (for decisive plate)

$$F_{b,Rd} = 332.1 \text{ kN}$$

– Bearing resistance

**Interaction of tension and shear (EN 1993-1-8 – Table 3.4)**

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0.81 \leq 1.0$$

Where:

$$F_{v,Ed} = 16.6 \text{ kN}$$

– Shear force (in decisive shear plane)

$$F_{v,Rd} = 98.0 \text{ kN}$$

– Shear resistance

$$F_{t,Ed} = 159.3 \text{ kN}$$

– Tensile force

$$F_{t,Rd} = 176.4 \text{ kN}$$

– Tension resistance

## 15.3 NODO 3

### Verifica controventi L100x10mm

Azione sollecitante 466 kN

#### Utilizziamo 4 M22 10.9

Classe bullone	10.9	diametro d	22	$f_{yb}$	900	$f_{ub}$	1000	N/mm <sup>2</sup>
<input checked="" type="radio"/> Sezione filettata <input type="radio"/> Sezione lorde		Area	303.0	mm <sup>2</sup>				
		Resistenza a taglio (per piano di taglio)	$F_{v,Rd}$	121.2	kN			
		Resistenza a trazione	$F_{t,Rd}$	218.2	kN			
Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5.(5) $\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = \frac{117}{121.2} + \frac{0}{1.4 \cdot 218.2} = 0.965 + 0 = 0.965$								
OK								

---

### Rifollamento

Acciaio	S355 (Fe510)	$f_u$	510	N/mm <sup>2</sup>
spessore t	30	mm		
diametro foro d <sub>o</sub>	24	mm		
distanze bordo e <sub>1</sub>	72	e <sub>2</sub>	36	
passo p <sub>1</sub>	90	p <sub>2</sub>	72	
$\alpha$	1	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$		673.2 kN
Osservazioni				

## 15.4 VERIFICA PARAPETTO

### 15.4.1 VERIFICA MONTANTE

Il calcolo del momento in questione è stato ipotizzato secondo NTC2018 §5.1.3.10 un carico lineare posto a 1.10m dal piano di calpestio pari a 1.5 kN/m.

q	1.5 kN/m	f <sub>y</sub>	355 Mpa	b	10 mm
g	1.5 -	f <sub>yd</sub>	338.0952 Mpa	h	85 mm
i	2 m	W	18062.5 mm <sup>3</sup>	A	850
h	1.1 m	I <sub>y</sub>	511770.83 mm <sup>4</sup>		
Med	4.95 kNm	M <sub>rd</sub>	6.10 kNm		
		VERIFICATO	81%		

### 15.4.2 VERIFICA PIASTRA DI BASE - ANCORAGGI

TIRAFONDI LISCI		
f <sub>ad,a</sub>	3.37	Mpa
Diam	20	mm
a	115	mm
L	150	mm
N <sub>rd,i</sub>	23 050.9	N
N <sub>rd,i</sub>	23.1	kN
N <sub>rd,tot</sub>	46.10	
n of anchors	2	
N <sub>ed</sub>	38.08	
work ratio		83%



## **16 CONCLUSIONI**

L'analisi condotta ha portato alla luce le risultanze di calcolo relative alle strutture in oggetto. Le calcolazioni hanno messo in evidenza gli stati tensionali a cui tutti gli elementi sono sottoposti. Alla luce delle calcolazioni e delle verifiche effettuate gli elementi considerati rispettano i limiti imposti dalle normative vigenti e gli stati tensionali e deformativi rispettano i modelli costitutivi dei materiali considerati.

Gli aspetti non evidenziati nel presente elaborato saranno analizzati nel successivo livello di progettazione. In particolare, all'interno del progetto esecutivo verrà compiutamente definito ogni particolare dal punto di vista strutturale, come i dettagli delle connessioni degli elementi metallici ed i dettagli di piegatura dei ferri d'armatura, al fine di determinare tutti gli elementi esecutivi utili alla successiva realizzazione dell'opera in progetto.