

E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633	I PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 <i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657 <i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 750A <i>Ing. Giuseppe Festa</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GP INGEENERIA (Mandante) <i>GESTIONE PROGETTI INGEENERIA srl</i>    Studio di Architettura e Ingegneria Moderna IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270		
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Francesco Pisani</i>		
VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI
Asse principale
VI.08 – Viadotto Dir. Fano
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO	NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO DPFI508	LIV.PROG ANNO D 23		P01VI08STRRE01_B	B
D				
C				
B	Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09–01–2024	Gennaio '24	Cassarini	Bordugo
A	Emissione	Agosto '23	Cassarini	Bordugo
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA.....	4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
3. CARATTERISTICHE MATERIALI.....	5
3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO.....	5
3.1. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE.....	7
3.2. ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE.....	8
3.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA.....	9
3.4. ACCIAIO E COPPIA DI SERRAGGIO DEI BULLONI.....	9
3.5. PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON".....	9
3.6. GIUNZIONI SALDATE.....	10
4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	10
5. CLASSE DI ESECUZIONE.....	10
5.1. CLASSE DI IMPORTANZA.....	10
6. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....	13
6.1. PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE (G1).....	13
6.2. PESO PROPRIO FINITURE E PAVIMENTAZIONE (G2).....	15
6.3. EFFETTI DI RITIRO E VISCOSITÀ DEI CALCESTRUZZI (E2).....	17
6.4. EFFETTI DELLE VARIAZIONI TERMICHE (E3).....	19
6.4.1. <i>Variazioni termiche uniformi ΔT_N</i>	20
6.4.2. <i>Variazioni termiche differenziali ΔT_M</i>	20
6.5. EFFETTI DOVUTI ALLA VISCOSITÀ (E4).....	20
6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5).....	22
6.7. CARICHI MOBILI (Q1).....	23
6.7.1. <i>Schema di carico</i>	23
6.7.2. <i>Disposizione delle corsie di carico</i>	24
6.8. CARICO DA TRAFFICO PER VERIFICHE A FATICA.....	26
6.8.1. <i>Metodi di verifica</i>	27
6.8.2. <i>Verifica dei dettagli di fatica</i>	28
6.9. AZIONE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE (Q3).....	28
6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4).....	28
6.11. AZIONE VENTO (Q5).....	28

6.11.1.	Velocità di riferimento.....	28
6.11.2.	Pressione del vento.....	29
6.11.3.	Coefficiente di esposizione.....	29
6.11.4.	Azione da vento.....	32
6.12.	AZIONE SISMICA (Q6).....	35
7.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	43
7.1.	COMBINAZIONI PER GLI SLU.....	43
7.2.	COMBINAZIONI PER GLI SLE.....	45
8.	CODICE DI CALCOLO.....	45
9.	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	46
10.	FASI DI COSTRUZIONE.....	48
11.	SEZIONI MEMBRATURE IMPALCATO.....	50
12.	STATO DI SOLLECITAZIONE.....	63
12.1.	TRAVI D'IMPALCATO.....	63
13.	ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA.....	69
14.	APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI.....	74
15.	STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO.....	78
16.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	80
16.1.	VERIFICA DI RESISTENZA.....	81
16.1.1.	Verifica a flessione.....	83
16.1.2.	Verifica a sforzo di taglio.....	86
16.1.3.	Verifica all'instabilità flessione torsionale.....	88
16.1.4.	Verifica connessione trave-soletta.....	90
16.2.	VERIFICHE ESTESE.....	96
16.2.1.	sezione di pila.....	96
16.2.2.	sezione di spalla.....	105
16.2.1.	Mezzeria campata.....	114
16.3.	STIMA DEGLI EFFETTI DEL VARO.....	123
17.	VERIFICHE A FATICA.....	124
17.1.	INTRODUZIONE.....	124
17.2.	MODELLO DI CARICO A FATICA.....	124
17.3.	COEFFICIENTI PARZIALI PER LA RESISTENZA A FATICA.....	126
17.4.	METODI DI VERIFICA.....	126
17.5.	VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA.....	126

19. TRAVERSI.....	144
19.1. TRAVERSO CORRENTE.....	144
19.2. TRAVERSI IN APPOGGIO.....	146
20. SPALLA.....	150
20.1. COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE.....	159
20.1. VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	165
20.2. VERIFICA DEL MURO FRONTALE.....	166
20.3. VERIFICA DEL PARAGHIAIA.....	169
20.4. VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO.....	172
21. PILA.....	176
21.1. PULVINO.....	195
21.1. FUSTO PILA.....	196
22. ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018).....	197

1. PREMESSA

La presente relazione contiene il progetto del nuovo viadotto VI02 nell'ambito della progettazione per l'adeguamento a quattro corsie del tratto San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto per il completamento della E78 GROSSETO – FANO - Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45).

1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA

La struttura dell'impalcato ha uno schema statico a trave continua con la seguente scansione di luci 70+70 per complessivi 140m con un andamento planimetrico curvilineo.

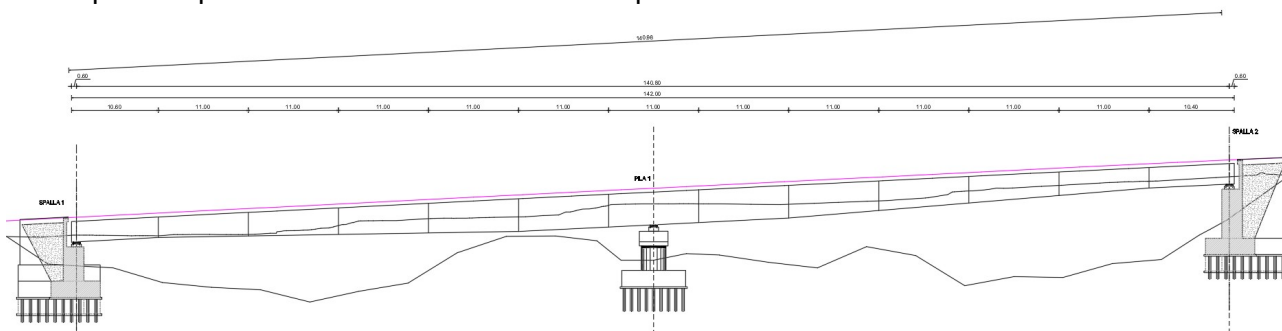


Figura 1.1 Prospetto

L'impalcato è ripartito in due cordoli di lato 75cm ed una carreggiata di 12.35m, per una larghezza complessiva di 13.85m.

L'impalcato ha un retrotrave pari a 0.60m.

La sezione resistente è affidata alle tre travi in un sistema misto acciaio-clc poste a 4.5 m di interasse con una altezza variabile da 2.5m in spalla a 4m in pila e conci adiacenti. La soletta ha uno spessore complessivo di 32cm costituito da 7cm di predalle e da 25cm di spessore gettato in opera.

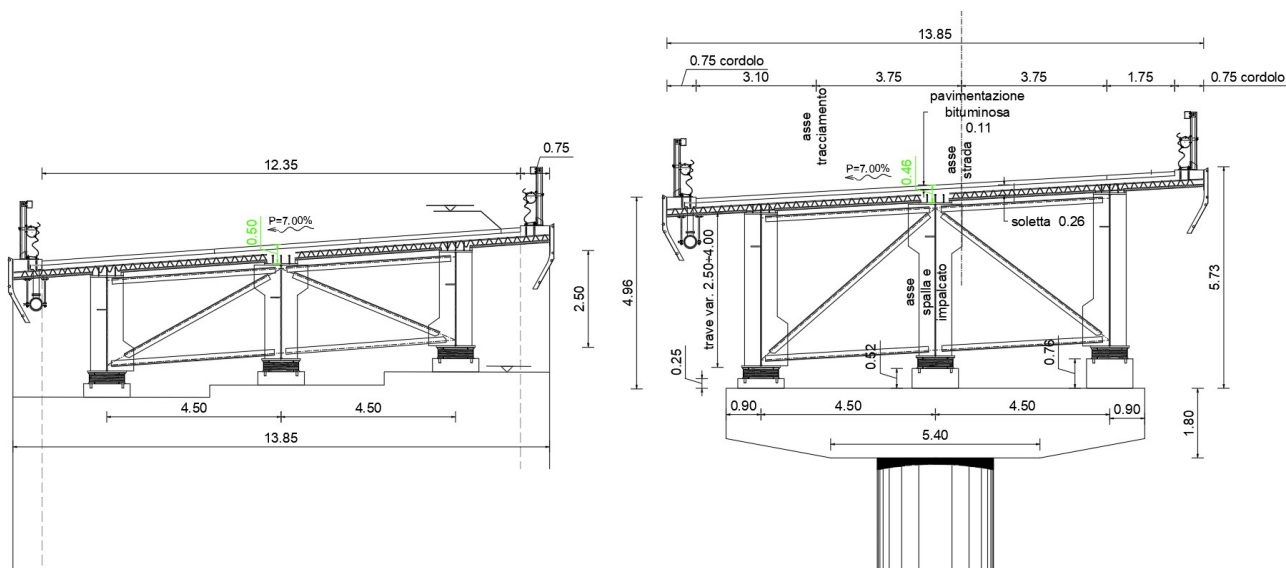


Figura 1.2 Sezione tipo

La collaborazione della soletta è affidata a pioli Nelson saldati alla piattabanda superiore.

La soletta è supportata dalle 3 travi principali da distanza max di 4.50 m, sono presenti traversi reticolari disposti con passo tipico di 4m.

Le pile sono costituite da fusti circolari con diametro 3m con un pulvino superiore con uno spessore di 1.8m.

Alla base la fondazione è costituita da plinti di spessore 2m e dimensioni in pianta 7.8mx10.5m su micropali.

Le spalle sono realizzate su fondazioni C su micropali, il muro frontale ha uno spessore di 2.5m e supporta un paraghiaia di spessore 40cm. Le spalle sono entrambi gradonate in fondazione per seguire l'orografia

Si prevede la rimozione integrale del rilevato stradale esistente poggiante sul sub-strato franoso: il viadotto consente di scavalcare la frana in atto impostando i plinti circa 1.00 m al di sotto dell'imposta del rilevato stradale esistente.

Vista la similitudine con il viadotto VI07 si riportano le valutazioni condotte per tale opera avendo luci di calcolo, larghezza impalcato e altezza spalle e pila minori.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si riportano le Normative adottate per le verifiche delle singole componenti strutturali:

D.M. 17-01-2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" [NTC18]

UNI EN1991-2 "Azioni sulle strutture: carichi da traffico su ponti" [EC1-2]

UNI EN1991-1-5 "Azioni sulle strutture: azioni in generale-azioni termiche" [EC1-1-5]

UNI EN1991-1-7 "Azioni sulle strutture: azioni in generale-azioni eccezionali" [EC1-1-7]

UNI EN1992-1-1 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo: regole generali e regole per gli edifici" [EC2-1]

UNI EN1993-1-1 "Progettazione delle strutture in acciaio: regole generali e regole per gli edifici" [EC3-1]

UNI EN1993-1-5 "Progettazione delle strutture in acciaio: elementi strutturali a lastra" [EC3-1-5]

UNI EN1993-1-8 "Progettazione delle strutture in acciaio: progettazione dei collegamenti" [EC3-1-8]

UNI EN1993-1-9 "Progettazione delle strutture in acciaio: fatica" [EC3-1-9]

UNI EN1993-2 "Progettazione delle strutture in acciaio: Ponti di acciaio" [EC3-1-8]

UNI EN1994-1-1 "Progettazione delle strutture in composte acciaio-calcestruzzo: progettazione dei collegamenti" [EC4-1-1]

3. CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO

SOLETTA 35/45

CALCESTRUZZO				NTC 2018
<i>Classe C35/45</i>				
<i>coefficiente di sicurezza</i>				
	γ_c	1.5	<i>par. 4.3.3</i>	
<i>resistenza a compressione cilindrica caratteristica</i>	f_{ck}	35 MPa	<i>par. 11.2.10.1 (11.2.1)</i>	
<i>resistenza a compressione cubica caratteristica</i>	R_{ck}	45 MPa	<i>par. 11.2.10.1</i>	
<i>resistenza a compressione cilindrica media</i>	f_{cm}	43.00 MPa	<i>par. 11.2.10.1 (11.2.2)</i>	
<i>resistenza a trazione semplice media</i>	f_{ctm}	3.21 MPa	<i>par. 11.2.10.2 (11.2.3a,b)</i>	
<i>resistenza a trazione semplice caratteristica</i>	f_{ctk}	2.25 MPa	<i>par. 11.2.10.2</i>	
<i>resistenza a trazione per flessione media</i>	f_{ctfm}	3.85 MPa	<i>par. 11.2.10.2 (11.2.4)</i>	
<i>resistenza a trazione per flessione caratteristica</i>	f_{ctfk}	2.70 MPa	<i>par. 11.2.10.2</i>	
<i>modulo elastico</i>				
	E_{cm}	34077 MPa	<i>par. 11.2.10.3 (11.2.5)</i>	
<i>coefficiente di Poisson (cls non fessurato)</i>	ν_{NF}	0.2 -	<i>par. 11.2.10.4</i>	
<i>coefficiente di Poisson (cls fessurato)</i>	ν_F	0 -	<i>par. 11.2.10.4</i>	
<i>coefficiente di dilatazione termica</i>	α	1.00E-05 1/°C	<i>par. 11.2.10.5</i>	
<i>densità</i>				
	ρ	2500 kg/m³		
<i>resistenza a compressione cilindrica di progetto allo SLU</i>	f_{cd}	19.83 MPa	<i>par. 4.1.2.1.1.1</i>	
<i>resistenza a trazione cilindrica di progetto allo SLU</i>	f_{ctd}	1.50 MPa	<i>par. 4.1.2.1.1.2</i>	
<i>tensione limite allo SLE nella comb. rara</i>	$\sigma_{c,rara}$	21.00 MPa	<i>par. 4.1.2.2.5.1</i>	
<i>tensione limite allo SLE nella comb. quasi perm.</i>	$\sigma_{c,q.per.}$	15.75 MPa	<i>par. 4.1.2.2.5.1</i>	

Tali valori sono coerenti con quanto indicato nei quaderni tecnici Anas per strade non di montagna

Elemento strutturale	Classe di esposizione	Classe di resistenza minima	Rapporto A/C massimo	Classe di consistenza S (slump)	Dosaggio minimo di cemento (kg/m³)	Cemento	inerte max (mm)	copriferro su barre B450C (mm)
Solette in c.a. gettate in opera (1)	XC3 + XD1	C32/40	0,55	S4	320	-----	22	35
Predalles collaboranti con la soletta	XC3 + XD1	C40/50	0,45	(2)	350	-----	16	25
Impalcati in c.a. o in c.a.p. gettati in opera (1)	XC4 + XD1	C32/40	0,50	S5	340	-----	22	35
Elementi prefabbricati di impalcato (conci, travi, solette, ecc.)	XC4 + XD1	C40/50	0,50	(2)	340	-----	22	30
Parti in elevazione delle Pile:								
- pile a setti	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S4	320	-----	22	40
- pile a setti costruite con casseri rampanti	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S3	320	-----	22	40
- pile piene	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S4	320	CEM IV	22	40
- pulvini "a mensola" (6)	XC4 + XD1	C32/40	0,50	S4	340	CEM IV	22	40
Parti in elevazione delle Spalle e dei Muri (muri di sostegno, muri d'ala, muri andatori e muri di sottoscampa)	XC4 + XD1 + XC2	C28/35	0,55	(4)	320	-----	22	35
Parti in elevazione dei Muri di controripa:								
- muri dotati di rivestimento protettivo sul lato di valle	XC3 + XC2	C28/35	0,55	(4)	320	-----	22	35
- muri non dotati di rivestimento protettivo sul lato di valle	XD3 + XC4 + XC2	C32/40	0,50	(4)	340	-----	32	45
Plinti di fondazione, pareti di pozzi aventi funzione strutturale definitiva ed eseguiti per sottomurazione	XC2	C25/30	0,60	S4	300	CEM IV	32	45
	XC2 + XA1	C28/35	0,55	S4	320	CEM IV	32	45
	XC2 + XA2	C32/40	0,50	S4	320	(3)	32	45
Pali (esclusi quelli prefabbricati), diaframmi e riempimento di pozzi armati	XC2	C25/30	0,60	S5	300	CEM IV	32	75
	XC2 + XA1	C28/35	0,55	S5	320	CEM IV	32	75
	XC2 + XA2	C32/40	0,50	S5	320	(3)	32	75
Sottofondazioni ("magroni"), cls per riempimenti pozzi non armati o debolmente armati	-----	C12/15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
cls per opere aventi funzioni provvisoriali	-----	C20/25	-----	-----	-----	-----	-----	(6)

Valutando il copriferro minimo secondo quanto indicato nell'eurocodice 2 si ottiene un copriferro nominale minimo di 34mm.

COPRIFERRO				UNI EN 1992-1-1:2005
Vita utile di progetto		50	anni	
Copriferro estradosso				
Classe di esposizione (ai fini del copriferro)		XC3		par. 4.2, prosp. 4.1
Classe di esposizione (ai fini della composizione)		XC3		par. 4.2, prosp. 4.1
Controllo di qualità speciale della produzione del cls?		No		par. 4.4.1.2, prosp. 4.3N
Classe strutturale		S	2	par. 4.4.1.2(5)
Copriferro minimo dovuto al requisito di aderenza (ferri sup)		$C_{min,b,sup}$	24 mm	par. 4.4.1.2(3)
Copriferro minimo dovuto alle condizioni ambientali		$C_{min,dur}$	15 mm	par. 4.4.1.2(5)
Margine di sicurezza		$\Delta C_{dur,y}$	0 mm	par. 4.4.1.2(6) e Appendice Nazionale
Riduzione del copriferro minimo per acciaio inox		$\Delta C_{dur,st}$	0 mm	par. 4.4.1.2(7) e Appendice Nazionale
Riduzione del copriferro minimo per protezione aggiuntiva		$\Delta C_{dur,add}$	0 mm	par. 4.4.1.2(8) e Appendice Nazionale
Copriferro nominale minimo - strato superiore		$C_{nom,sup}$	34 mm	
Margine di progetto per gli scostamenti		$\Delta C_{dev,sup}$	10 mm	par. 4.4.1.3(1,3) e Appendice Nazionale
Copriferro minimo		$C_{min,sup}$	24 mm	par. 4.4.1.2(2)
max	$C_{min,b,sup}$		24 mm	
	$C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}$		15 mm	
			10 mm	

Per quanto sopra esposto si considera un valore minimo di 35mm, tenuto conto la posizione e l'aggressività ambientale.

All'intradosso, essendo la soletta protetta dalla predalle collaboranti con la soletta pari a 25mm

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Conglomerato cementizio per predalle collaboranti con la soletta:

- Classe di resistenza **C40/50**
- Diam. massimo inerte **16 mm**
- Classe di consistenza **secondo le specifiche di produzione del processo di prefabbricazione**
- Classe di esposizione **XC4 - XD1**

3.2. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE

Conglomerato cementizio per sottofondazioni:

- Classe di resistenza **C12/15**

Conglomerato cementizio per pali di fondazione:

- | | |
|-------------------------|--------|
| - Classe di resistenza | C32/40 |
| - Diam. massimo inerte | 32 mm |
| - Classe di consistenza | S5 |
| - Classe di esposizione | XA2 |

Conglomerato cementizio per platee di fondazione di spalle e pile:

- | | |
|-------------------------|--------|
| - Classe di resistenza | C32/40 |
| - Diam. massimo inerte | 32 mm |
| - Classe di consistenza | S4 |
| - Classe di esposizione | XA2 |

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle spalle:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| - Classe di resistenza | C32/40 |
| - Diam. massimo inerte | 25 mm |
| - Classe di consistenza | S4 |
| - Classe di esposizione | XC4 – XF4 |

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle pile:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| - Classe di resistenza | C32/40 |
| - Diam. massimo inerte | 25 mm |
| - Classe di consistenza | S4 |
| - Classe di esposizione | XC4 – XF4 |

Conglomerato cementizio per baggioli:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| - Classe di resistenza | C35/45 |
| - Diam. massimo inerte | 25 mm |
| - Classe di consistenza | S5 |
| - Classe di esposizione | XC4 - XD1 (cordoli XC4-XD3) |

3.3. ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, aventi le seguenti caratteristiche:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{y,nom} = 450 \text{ MPa}$

tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540 \text{ MPa}$

modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

$1.15 < (f_t / f_y)_k < 1.35$

$(f_{y,eff} / f_{y,nom}) < 1.25$

$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

con tensioni di progetto pari a:

- tensioni allo stato limite ultimo

$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$ con $\gamma_s = 1.15$

- tensioni allo stato limite esercizio

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



$\sigma_c = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ (nella c.c. rara)

3.4. ACCIAIO PER CARPENTERIA

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio patinabile a resistenza alla corrosione migliorata:
tipo S355J2W - per elementi saldati per spessori $t \leq 40 \text{ mm}$;
tipo S355K2W per elementi saldati per spessori $t > 40 \text{ mm}$;
tipo S355J2W - per elementi non saldati, piastre sciolte ed angolari
Gli acciai con spessori $t \leq 40 \text{ mm}$ devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione
S355 $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
S355 $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
- modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Gli acciai con spessori $t > 40 \text{ mm}$ devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione
S355 $f_t \geq 470 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
S355 $f_y \geq 335 \text{ MPa}$
- modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Vengono considerati elementi di carpenteria, quindi caratterizzati dalle specifiche soprariportate anche le predalle metalliche, gli elementi di interfaccia e collegamento degli apparecchi di appoggio.

L'assemblaggio dei conci delle travi principali sarà realizzato mediante giunzioni saldate, secondo quanto riportato negli elaborati progettuali.

3.5. ACCIAIO E COPPIA DI SERRAGGIO DEI BULLONI

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza per giunzioni ad attrito conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.6.2 del D.M. 17.1.2018 e nella UNI EN 14399-1

- vite classe 10.9 (UNI EN 14399-4)
- dado classe 10 (UNI EN 14399-4)
- rosette classe C50 UNI EN 10083-5/6)

I bulloni dovranno essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado, inoltre dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore, la classe di resistenza e la marcatura CE.

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

3.6. PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON"

I pioli devono essere conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.7 del D.M. 17.01.2018 e nella UNI EN 10025.

Vengono adottati pioli tipo Nelson $\Phi 19$ con altezza $H=200 \text{ mm}$ in acciaio S235J2G3+C450 caratterizzato da:

- resistenza a snervamento dell'acciaio $f_y \geq 350 \text{ MPa}$;
- resistenza a rottura dell'acciaio $f_u \geq 450 \text{ MPa}$;
- allungamento a rottura dell'acciaio maggiore del 15%;

- strizione a rottura dell'acciaio maggiore del 50%.

3.7. GIUNZIONI SALDATE

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni del D.M. 17.1.2018

4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda la vita nominale, con riferimento al par. 2.4.1 e alla tabella 2.4.I del D.M. 17/1/2018, qui riportata, si farà riferimento alla cat. 3, assumendo una vita nominale pari a $V_N = 50$ anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La classe d'uso è la IV cui corrisponde un coefficiente d'uso $CU=2$

5. CLASSE DI ESECUZIONE

La determinazione della classe di esecuzione avviene nella fase di progettazione strutturale in cui vengono valutate le specifiche per la progettazione e la realizzazione della struttura.

La determinazione della classe di esecuzione viene fatta tenendo conto delle disposizioni nazionali, consultando, e collaborando in tale processo decisionale con tutte le figure che intervengono nella realizzazione dell'opera (costruttore, proprietario, responsabile del progetto) e seguendo le disposizioni nazionali nel luogo di utilizzo della struttura.

La procedura raccomandata per la determinazione della classe di esecuzione avviene in tre fasi:
 Selezione di una classe di importanza, espressa in termini di conseguenze prevedibili sia umane, che economiche o ambientali, di un guasto o di un cedimento di una componente.

Selezione di una categorie di servizio e di una di categoria di produzione.

Determinazione della classe di esecuzione dei risultati delle due scelte sopra riportate secondo il prospetto B3 della UNI EN 1090-2.

Fattori di amministrazione per la scelta della classe di esecuzione

5.1. CLASSE DI IMPORTANZA

Nell'Eurocodice 0_EN 1990 "Criteri generali di progettazione" all'appendice B Tabella B1 "differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni" vengono riportate le classi di conseguenza in caso di malfunzionamento della struttura, definite in base all'impatto sulla popolazione, ambiente, vite umane, sociali.

CLASSE DI CONSEGUENZA (CCi)	DESCRIZIONE
-----------------------------	-------------

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



CC3	Impatto elevato	Gravi conseguenze per perdite di vite umane, economiche o sociali. Oppure gravi conseguenze per l'ambiente
CC2	impatto medio	Conseguenze di media entità per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure considerevoli conseguenze per l'ambiente.
CC1	basso impatto	Lievi conseguenze per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure basse o trascurabili conseguenze per l'ambiente.

Rischi connessi con l'esecuzione

Tali pericoli possono derivare dalla complessità dell'esecuzione dei lavori e dalla incertezza nella esposizione e nella azioni della struttura che possono evidenziare difetti nella struttura durante il suo utilizzo.

Rischi potenziali sono connessi in particolari con:

- fattori di servizio derivanti dalle azioni di cui la struttura e le sue parti possono essere esposte durante il montaggio, l'utilizzo, e i livelli di sollecitazione nei componenti in relazione alla loro resistenza
- fattori di produzione derivanti dalla complessità della realizzazione della struttura e delle sue componenti, per esempio, applicazione di particolari tecniche, procedure o controlli.

Per spiegare questa differenziazione dei rischi in categorie di servizio sono state introdotte le categorie di produzione.

La categoria di produzione può essere determinata sulla base del prospetto B.2. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA DI PRODUZIONE (PC)		
PC1	no saldature e acciai con grado < S355	- Componenti non saldati e realizzati con qualunque grado di acciaio
		- Componenti saldati realizzati con acciaio di grado inferiore a S355
PC2	componenti saldati e acciaio con grado ≥ S355	- Componenti saldati realizzati con acciaio di grado S355 e superiore
		- Componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati tramite saldatura sulla costruzione in situ
		- Componenti con formatura a caldo oppure che abbiano ricevuto un trattamento termico durante la produzione
		- Componenti di tralicci CHS che richiedono taglie profilature

Categoria di servizio - Rischi connessi con l'utilizzo della struttura

La categoria di servizio può essere determinata sulla base del prospetto B.1. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA DI SERVIZIO (SC)		DEFINITE IN BASE ALLE SOLLECITAZIONI PREVISTE (dinamiche / statiche)	ESEMPI
SC1	sollecitazione statica	- Strutture e componenti progettati per azioni quasi-statiche	(Esempio: Edifici)
		- Strutture e componenti per connessioni progettate per resistere ad azioni simiche in regioni a bassa intensità sismica e DCL	DCL: Comportamento strutturale poco dissipativo (EN 1998 – Prospetto 6.1)
		- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica da gru (Classe S0)	
SC2	sollecitazione dinamica a fatica	- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica in accordo con EN 1993	(Esempio: ponti ferroviari e stradali, gru (da S1 a S9), strutture suscettibili a vibrazioni determinate dall'azione del vento, gru oppure macchine con funzione rotazionale)
		- Strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per azioni sismiche in regioni con medio ed alto rischio sismico e in DCM e DCH	Comportamento strutturale (EN 1998 – Prospetto 6.1) DCM: mediamente dissipativo DCH: Altamente dissipativo

Determinazione della classe di esecuzione per la carpenteria metallica

- CLASSE DI CONSEGUENZA = CC2
- CLASSE DI SERVIZIO = SC2
- CATEGORIA DI PRODUZIONE = PC2

CLASSE DI ESECUZIONE

La classe di esecuzione è deducibile dalla tabella riportata nella 1090-2 appendice B

Tabella di determinazione della classe di esecuzione B.3. UNI EN 1090:2							
Classi di conseguenza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Per la carpenteria metallica della dell'impalcato in sistema misto acciaio-calcestruzzo la classe di esecuzione può essere assunta pari a EXC3.

6. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Elenco delle condizioni Elementari di Carico

Si calcola l'opera sottoposta alle azioni indotte da:

- g1 peso proprio delle strutture: Acciaio-cls. di soletta
- g2 carichi permanenti portati: pavimentazione, guardrails, marciapiedi, parapetti, cordoli
- $\epsilon 1$ distorsioni di progetto
- $\epsilon 2$ ritiro del calcestruzzo
- $\epsilon 3$ variazioni termiche differenziali: Acciaio-cls.
- $\epsilon 4$ effetti viscosi
- $\epsilon 5$ cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 carichi mobili
- q2 effetto dinamico dei carichi mobili
- q3 azioni longitudinali di frenamento
- q4 azione centrifuga
- q5 azioni del vento
- q8 azioni sui parapetti – urto di veicolo in svio

Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti.

6.1. PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE (G1)

La sezione tipo dell'impalcato ha le seguenti caratteristiche

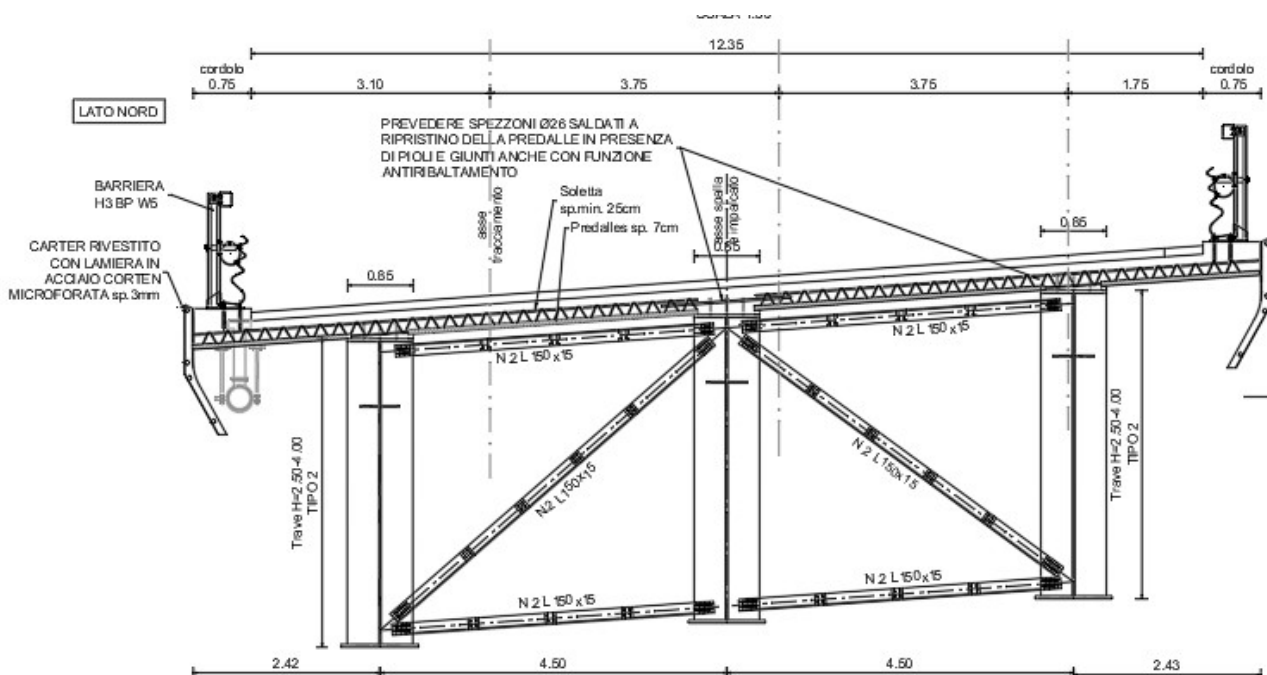


Figura 6.3 sezione tipo.

Larghezza impalcato (interasse travi)	7,5 m
Cordoli	0.75 m
h marciapiede	0.16 m
carreggiata	12.35 m

La soletta è eseguita su predalle metalliche con spessore complessivo di 320mm comprensivo dello spessore del fondello della predalle di 70mm.

Per la determinazione dei carichi permanenti si sono adottati i seguenti pesi specifici dei materiali:

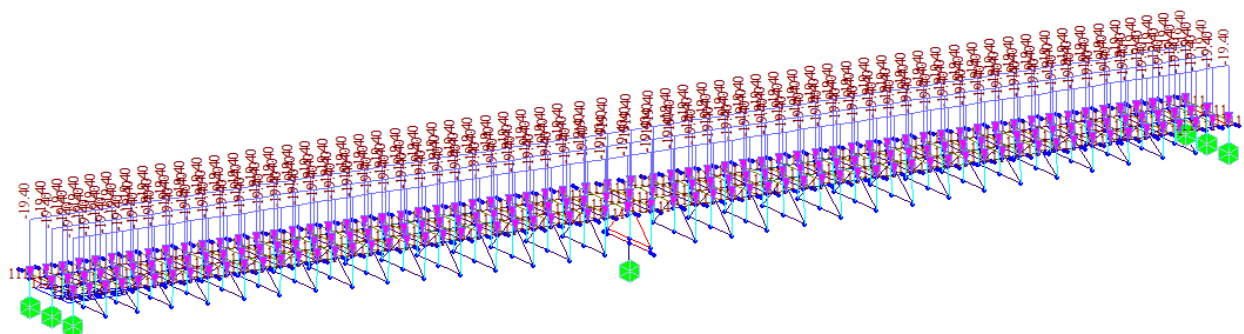
Peso getto cls	25 kN/mc
Peso pavimentazione	24 kN/mc
acciaio	78.5 kN/mc

Di seguito si riporta l'entità dei carichi a mq:

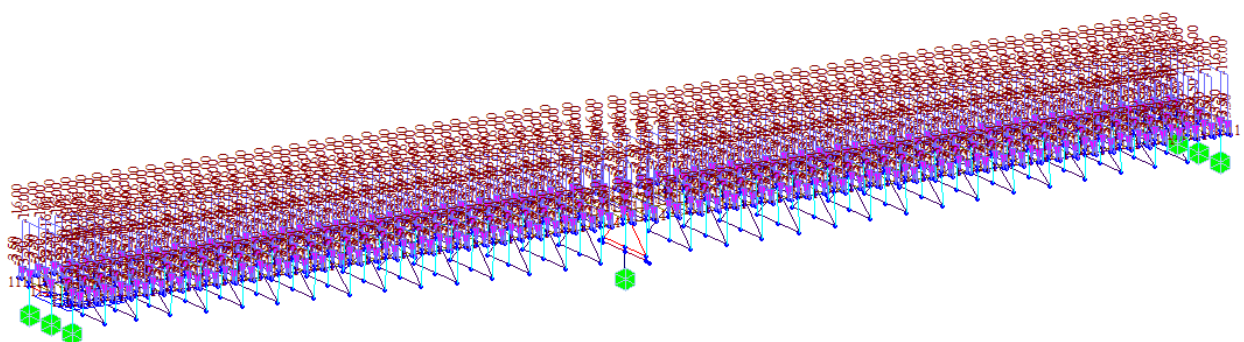
Soletta (getto+predalle) $25 \times 0.32 = 8 \text{ kN/m}^2$

Predalle $25 \times 0.07 = 1.75 \text{ kN/m}^2$

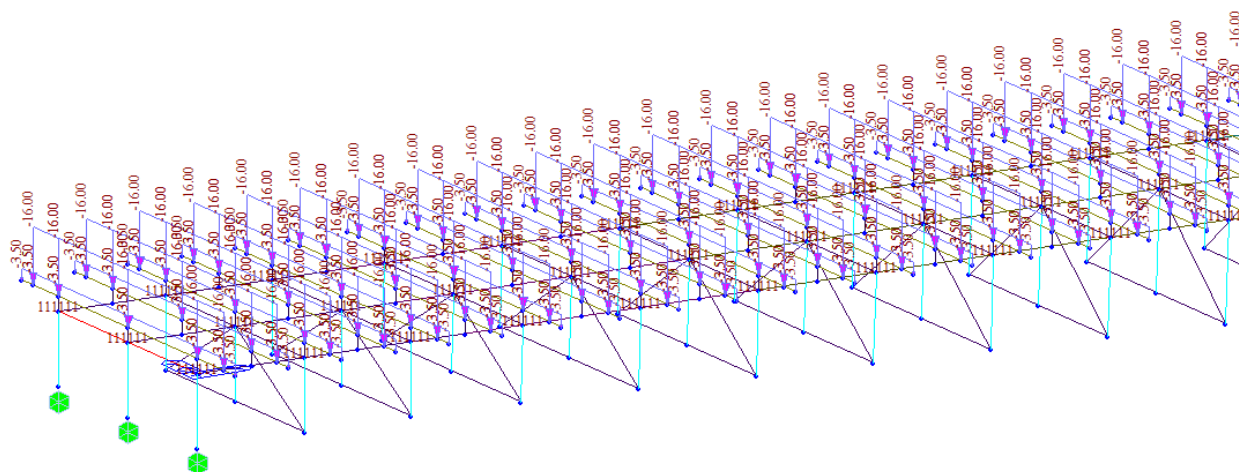
La carpenteria metallica delle travi è applicata sugli elementi che costituiscono la trave, si adotta una incidenza di 4.2 kN/mq , pertanto il carico applicato sulla singola trave 19.4 kN/m



Il getto della soletta è stato considerato per tutta la larghezza del tratto carrabile. Il getto della rimanente parte e dei cordoli viene considerato nella fase G2.



La soletta è costituita da elementi con passo 2m pertanto risultano caricati con $2 \times 8 = 16 \text{ kNm}$ nel tratto carrabile e $1.75 \times 2 = 3.5 \text{ kNm}$ per il tratto di cordolo.

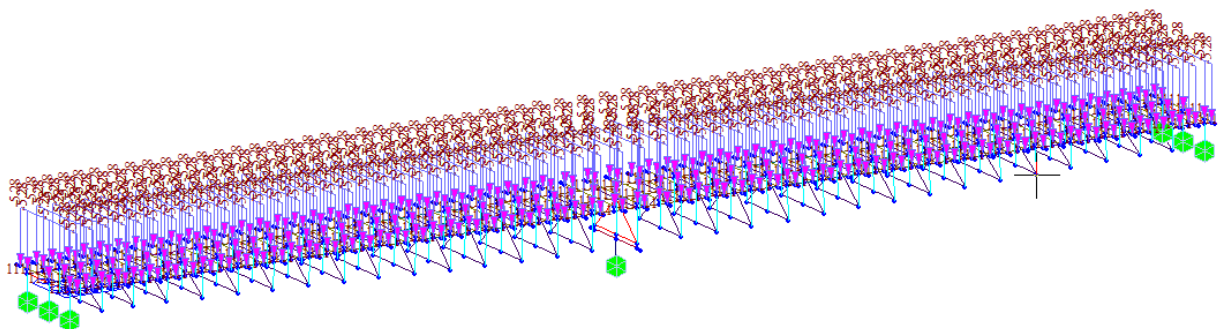


6.2. PESO PROPRIO FINITURE E PAVIMENTAZIONE (G2)

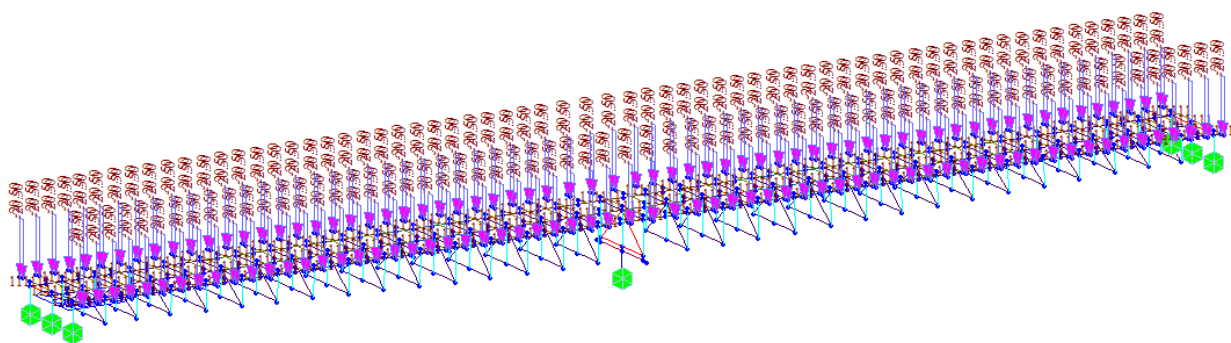
In questa condizione di carico viene considerato il getto della rimanente parte dei cordoli e dei seguenti carichi permanenti così definiti ed applicati ai traversi:

I carichi unitari permanentemente portati così definiti sulla sezione tipica

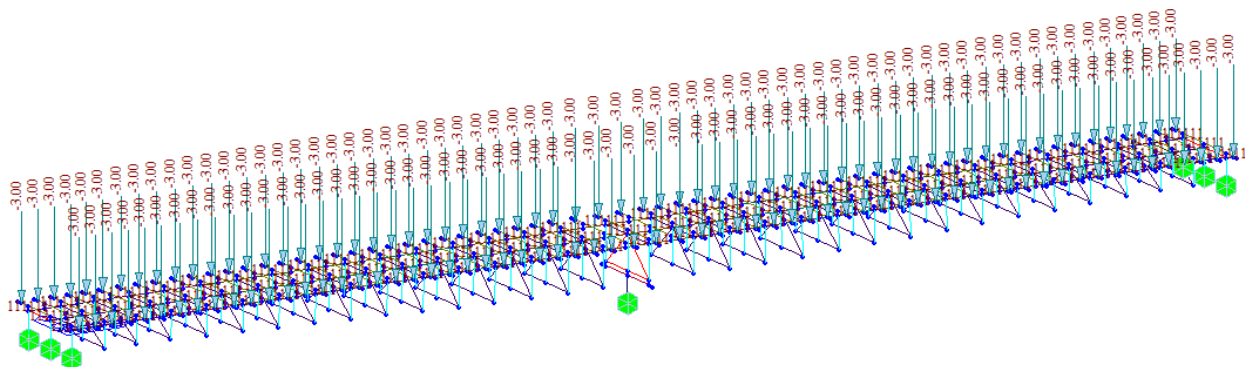
- Pavimentazione tratto carrabile: $24 \times 0.11 = 2.64 \text{ kN/m}^2$ considerando uno spessore di 11cm



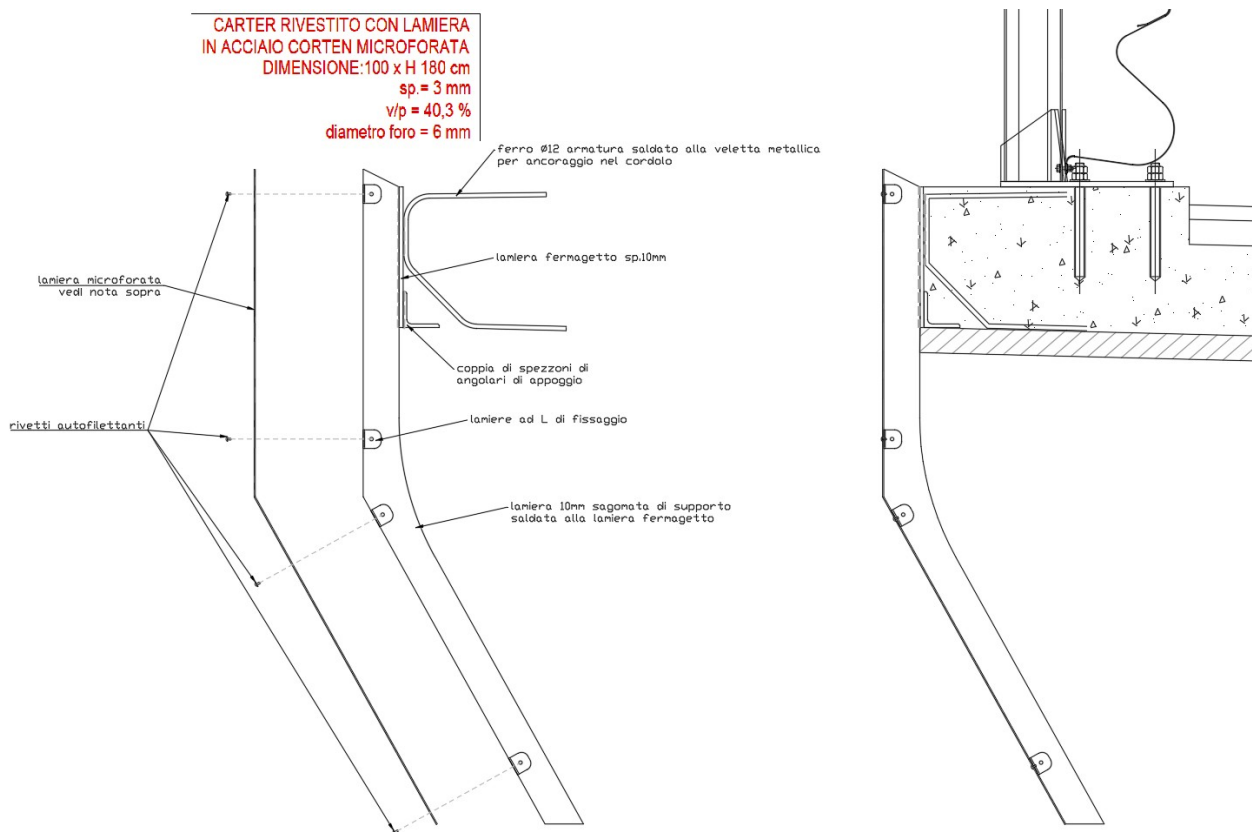
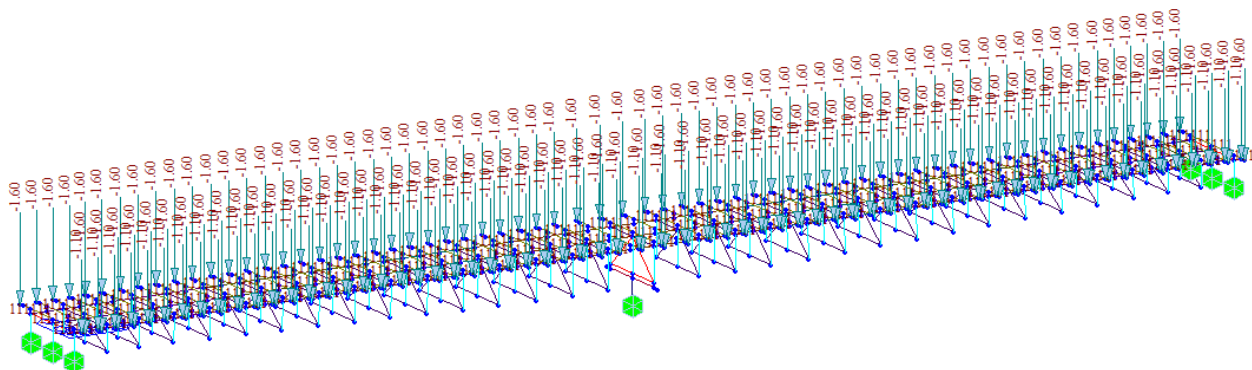
- Cordolo spessore 16cm e getto soletta rimanente 25cm : $25 \times (0.16 + 0.25) = 10.25 \text{ kN/m}^2$



- Guardrail 1.5 kN/m



- Smaltimento acque (tubo Ø300 riempito al 50%): $0.2 + 0.5 \times 0.07 \times 10 = 0.55 \text{ kN/m}$
- Carter metallico (vedi schema sotto) : 0.8 kN/m



6.3. EFFETTI DI RITIRO E VISCOSITÀ DEI CALCESTRUZZI (E2)

La deformazione totale da ritiro si può esprimere, in sede di progettazione, come una contrazione termica derivante da un Δt differenziale.

Modello R

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Soletta			
Larghezza	[mm]	13850	Area getto [mm ²] 3462500
spessore di getto	[mm]	250	h0 [mm] 500
Perimetro	[mm]	13850	

RITIRO			
RH - umidità relativa	70%		
f_{ck}	35	MPa	
f_{cm}	43	MPa	resistenza media cilindrica
f_{ctm}	3.21	MPa	resistenza media a trazione assiale
f_{ctm}	3.85	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_c	34077	MPa	modulo elastico istantaneo
Classe cemento	N	-	cemento standard
ϵ_{cd}	3.41E-04		deformazione di base di ritiro per essicamento
K_h	0.700		
$\epsilon_{cd,inf}$	2.39E-04		deformazione di ritiro per essicamento
$\epsilon_{ca,inf}$	6.25E-05		deformazione per ritiro autogeno
α	1.00E-05		coefficiente di dilatazione termica del cls (°C ⁻¹)
ϵ_{cs}	3.01E-04		deformazione totale per ritiro
il ritiro è equivalente ad una contrazione termica derivante da un Δt pari a :			
Δt	30.1	°C	

L'azione di ritiro è applicata alla soletta dell'elemento sezione considerando il modulo elastico differito del cls della soletta per la fase di ritiro.

Per la modellazione dell'azione viene considerato il momento flettente primario dovuto dall'eccentricità dello sforzo normale fittizio dovuto alla contrazione della soletta moltiplicato per la distanza tra il baricentro della soletta e la media dei baricentri della sezione composta dei conci presenti nel tratto in campata non fessurato,

Lo sforzo normale fittizio è pari a :

$N = \text{Area totale cls} \times \alpha \times D_{tr} \times E_r$ dove:

α = coefficiente di dilatazione termica

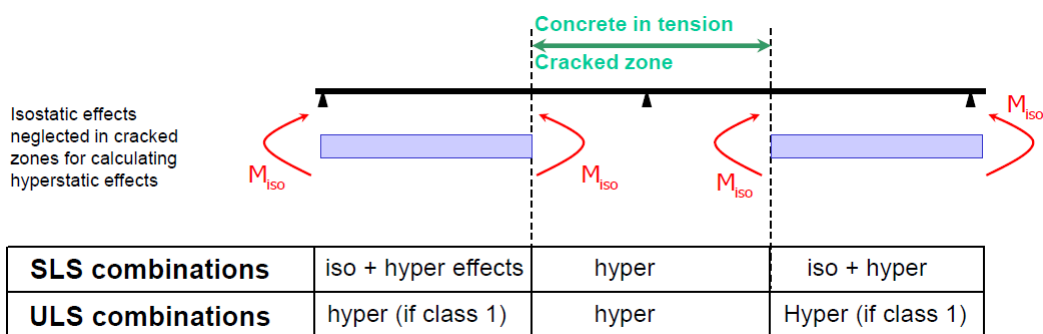
E_r = modulo elastico omogeneizzato al ritiro

Cui corrisponde un momento isostatico pari a:

$M_{iso} = N \times \text{distanza baricentro dalla soletta}$



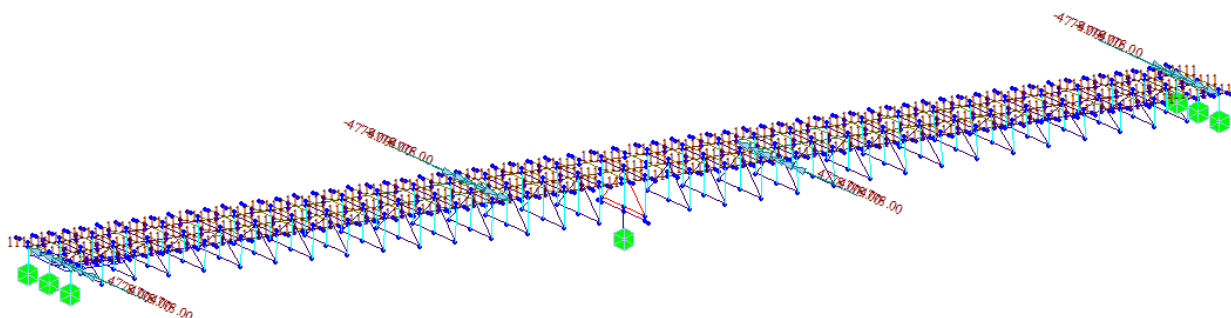
Le coppie sono applicate alle estremità del tratto di campata non fessurata, il diagramma delle sollecitazioni flettenti che si ottiene è da considerarsi una sommatoria tra quello derivante tra il ritiro primario o isostatico ed il ritiro secondario o iperstatico.
In questo modo viene considerato per affetto del ritiro un momento positivo nei tratti non fessurati ed un momento negativo nei tratti fessurati, conforme con quanto riportato ai punti 7 e 8 del par.5.4.2.2 EN 1994-2.



Le azioni da applicare per il momento isostatico sono

RITIRO (singola trave)		
N_{rit} [kN]	4296	
	campata	
y_{g_mista} [m]	0.952	
$e_{g_mista-cls}$ [m]	1.112	
M_{iso} [kNm]	4778	

Le coppie sono applicate all'estremità del tratto non fessurato



6.4. EFFETTI DELLE VARIAZIONI TERMICHE (E3)

6.4.1. VARIAZIONI TERMICHE UNIFORMI ΔT_N

Il range di temperature indicato nelle NTC 2018 per il sito in esame è il seguente

Zona II

Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.3]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.4]$$

Cui corrisponde un range, essendo la zona di Arezzo a quota di 450m:

$$T_{\min} = -8^\circ - 6 \times 450 / 1000 = -10.7^\circ$$

$$T_{\max} = 42^\circ - 2 \times 450 / 1000 = 41.1^\circ$$

Fissando T_0 a 15.0°C , dedotto dall'Annesso nazionale dell'Eurocodice coerente con il valore indicato dal D.M. 17.1.2018 par. 3.5.4, si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

- $\Delta T_{N\text{comp}} = T_0 - T_{\min} = 15 - (-10.7) = 25.7^\circ\text{C}$
- $\Delta T_{N\text{exp}} = T_{\max} - T_0 = 41.64 - 15 = +26.1^\circ\text{C}$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:

$$\Delta T_N = 51.8^\circ\text{C}.$$

6.4.2. VARIAZIONI TERMICHE DIFFERENZIALI ΔT_M

Valutazione con eurocodice 1991-1-5 – parag. 6.1.4

Per la determinazione del gradiente di temperatura si farà riferimento all'approccio 1.

Per ponti di tipo 2 a sezione composta i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura (gradiente tra intradosso ed estradosso) risultano:

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Type of Deck ^(a)	Top warmer than bottom $\Delta T_{M,heat} [^{\circ}C]$	Bottom warmer than top $\Delta T_{M,cool} [^{\circ}C]$
Type 1. Steel deck	18	13
Type 2. Composite deck	15	18
Type 3. Concrete deck:		
- concrete box girder	10	5
- concrete beam	15	8
- concrete slab	15	8

$\Delta T_{M,heat} = 15.0^{\circ}C$

$\Delta T_{M,cool} = -18.0^{\circ}C$

Il coefficiente riduttivo di $\Delta T_{M,heat}$ concesso per tenere conto dello spessore del manto di asfaltatura (ponti di tipo 2 - $k_{sur} = 1.0$ per spessore compreso tra 100mm e 150mm) non apporta variazioni ai valori caratteristici:

$k_{sur} \times \Delta T_{M,heat} = 15.0^{\circ}C$ estradosso più caldo dell'intradosso

$k_{sur} \times \Delta T_{M,cool} = -18.0^{\circ}C$ estradosso più freddo dell'intradosso

6.5. EFFETTI DOVUTI ALLA VISCOSITÀ (E4)

Dei fenomeni viscosi si tiene conto nella definizione delle sezioni. Ciò porta alla caratterizzazione delle differenti rigidzze che la struttura mista assume nelle diverse fasi temporali di lavoro (fase 2 a lungo termine e fase 3 a breve termine). Le NTC, al paragrafo 11.2.10.7, rimandano all'UNI EN 1992-1-1 per valutazioni accurate del coefficiente di viscosità a tempo infinito; i coefficienti di viscosità a tempo infinito vengono dunque valutati secondo il procedimento descritto nell'appendice B.

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

Coefficiente di viscosità

Coefficiente nominale di viscosità

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{\left| 1 - \frac{RH}{100} \right|}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}}$$

per $f_{cm} \leq 35MPa$

$$\varphi_{RH} = 1 + \left[\frac{\left| 1 - \frac{RH}{100} \right|}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2$$

per $f_{cm} > 35MPa$

Con:

RH umidità relativa in %;

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}$$

coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del calcestruzzo sul coefficiente nominale di viscosità

$\beta(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})}$ coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'età del calcestruzzo al momento del carico sul coefficiente nominale di viscosità.

$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t-t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3}$ coefficiente atto a descrivere l'evoluzione della viscosità nel tempo dopo

l'applicazione del carico

t età del calcestruzzo, in giorni, al momento considerato;

t₀ età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico; t - t₀ la durata non corretta del carico, in giorni;

β_H coefficiente dipendente dall'umidità relativa (RH in %) e dalla dimensione fittizia dell'elemento (h₀ in millimetri):

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \leq 1500 \quad \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa (B.8)}$$

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 \quad \text{per } f_{cm} \geq 35 \text{ MPa}$$

L'effetto del tipo di cemento sul coefficiente di viscosità può essere considerato modificando l'età del carico t₀ nell'espressione (B.5) secondo la seguente espressione:

$$t_0 = t_{0,T} \cdot \left(\frac{9}{2 + t_{0,T}^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0,5$$

Con:

t_{0,T} età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico

α esponente che dipende dal tipo di cemento:

= -1 per cemento di classe S;

= 0 per cemento di classe N;

= 1 per cemento di classe R.

il valori di Ac ed u sono stati considerati per la valutazione del valore della dimensione fittizia di h₀ nella valutazione del parametro frh. I valori di Ac e u utilizzati fanno riferimento alla sezione di mezzeraia nelle campate tipiche con luce 24.5 con spessore del getto maggiore di 245mm e predalle metallica che forniscono un valore di h₀ pari a:

Soletta				
Larghezza	[mm]	9900	Area getto [mm ²]	2465100
spessore di getto	[mm]	249	h ₀ [mm]	498
Perimetro	[mm]	9900		

RH-umidità relativa = 70%

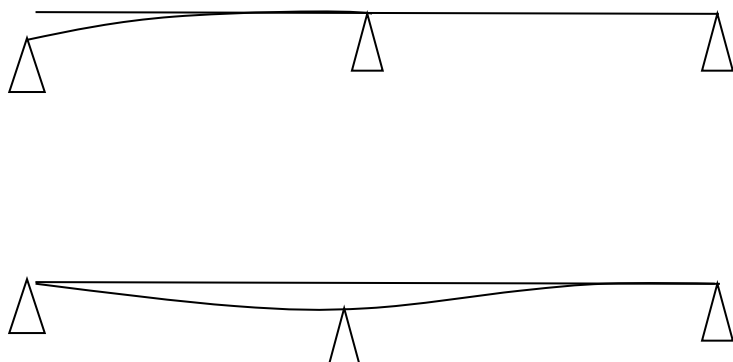
COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE - CARICHI PERMANENTI					UNI EN 1994-2:2006, UNI EN 1992-1-1:2005	
t	1.00E+15	giorni - età del calcestruzzo al momento considerato				
t ₀	28	giorni - tempo di messa in carico				
tipo di carico	carichi permanenti					
ψ _L	1.1	moltiplicatore del fattore di viscosità				
n	17.83	coefficiente di omogeneizzazione				
E _{cinf}	11780	MPa modulo elastico modificato				
φ(t,t ₀)	1.721	φ ₀	1.721	β _c (t,t ₀)	1.000	Influenza temperatura
		φ _{Rh}	1.314	β _H	783	T(Δt _i) [°C]
		α ₁	0.866	α ₃	0.902	tT
		α ₂	0.960			α
		β _{fc}	2.562			t _{0,corr}
		β _{t0}	0.511			

COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE - RITIRO					UNI EN 1994-2:2006, UNI EN 1992-1-1:2005	
t	1.00E+15	giorni - età del calcestruzzo al momento considerato				
t ₀	1	tempo di messa in carico				
tipo di carico	ritiro					
ψ _L	0.55	moltiplicatore del fattore di viscosità				
n	17.00	coefficiente di omogeneizzazione				
E _{cinf}	12356	MPa modulo elastico modificato				
φ(t,t ₀)	3.196	φ ₀	3.196	β _c (t,t ₀)	1.000	Influenza temperatura
		φ _{Rh}	1.314	β _H	1353	T(Δt _i) [°C]
		α ₁	0.866	α ₃	0.902	tT
		α ₂	0.960			α
		β _{fc}	2.562			t _{0,corr}
		β _{t0}	0.949			

6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5)

Le fondazioni sono di tipo profondo e pertanto cedimenti di significativa entità non sono attesi, in ogni caso si applica cautelativamente un cedimento differenziale di entità pari ad 1/5000 della luce maggiore che afferisce alla sottostruttura applicato singolarmente in modo da massimizzare gli effetti flettenti sulla struttura d'impalcato.

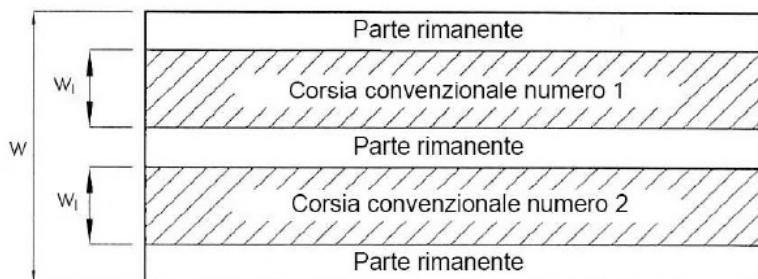
Il cedimento è pari a $70500/5000=14.1\text{mm}$ applicato sia sulla spalla che sulla pila



6.7. CARICHI MOBILI (Q1)

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel § 5.1.3.3 NTC18, disposti su corsie convenzionali.

Le larghezze w_l delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto di Fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I NTC18.



Larghezza di carreggiata "w"	Numero corsie convenzionali	Larghezza corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5.40 \text{ m}$	$n_i = 1$	3.00	$(w - 3.00)$
$5.4 \leq w < 6.0$	$n_i = 2$	$w/2$	0
$6.0 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}(w/3)$	3.00	$w - (3.00 \times n_i)$

La disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli.

La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc.

6.7.1. SCHEMA DI CARICO

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti Schemi di Carico:

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla

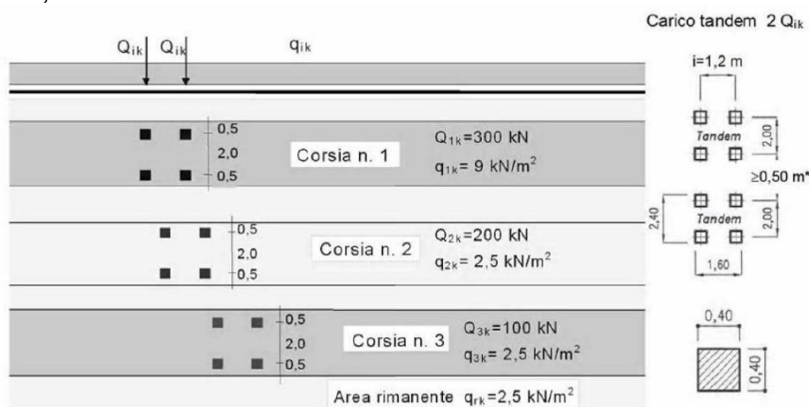
deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

Categoria stradale

Il ponte in oggetto è definito di Categoria 1°.

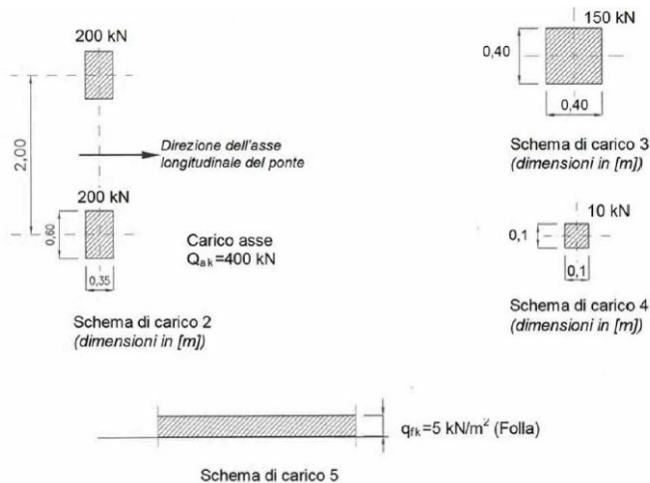
6.7.2. DISPOSIZIONE DELLE CORSIE DI CARICO

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1a e 2a Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,00 m.



Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

*per $w \leq 2,90$ m



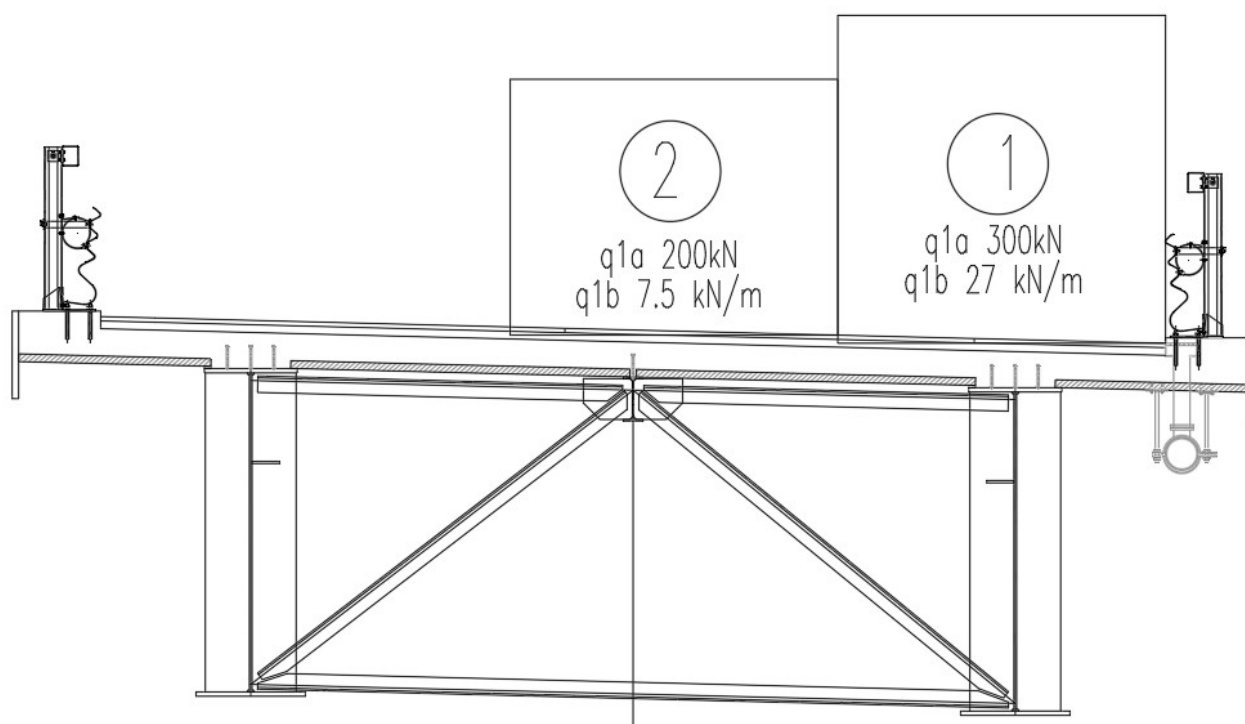
Schema di carico 5

La disposizione e la numerazione delle corsie viene determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vengono scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 2, ecc.

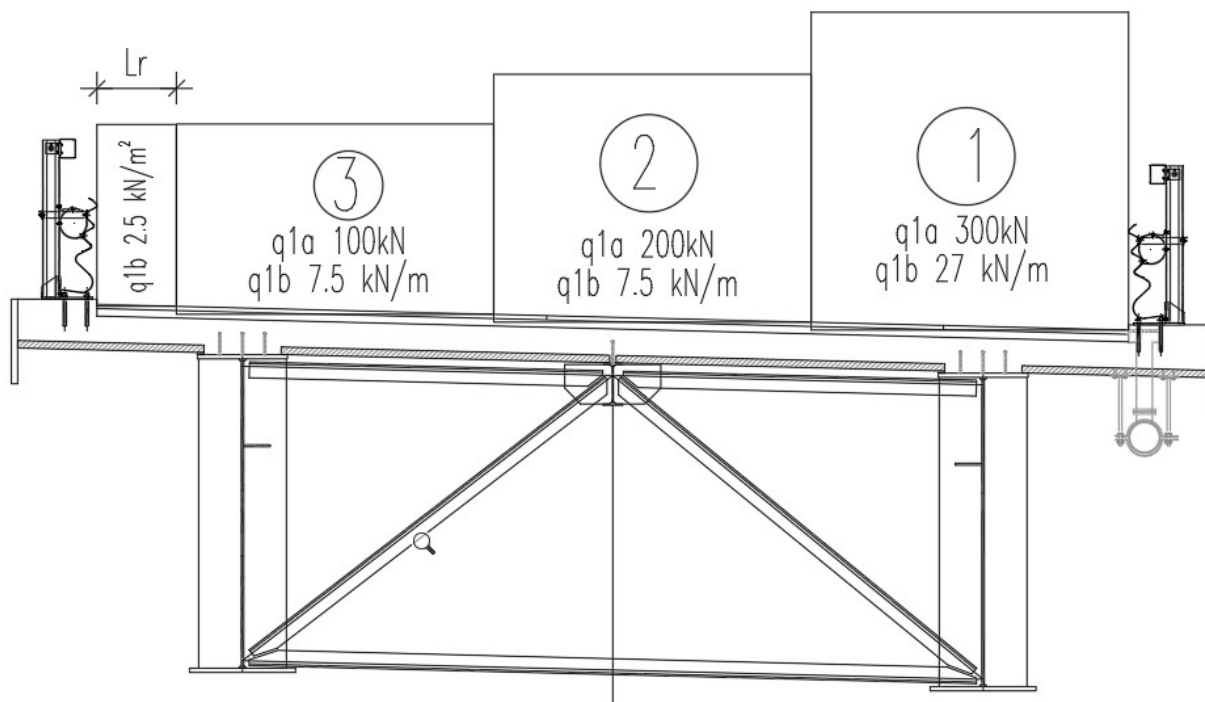
Per i ponti di 1° Categoria si devono considerare, compatibilmente con le larghezze precedentemente definite, le seguenti intensità dei carichi (NTC18):

Posizione carico asse	Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia numero 1	300	9.00
Corsia numero 2	200	2.50
Corsia numero 3	100	2.50
Altre corsie	0	2.50

L'analisi della disposizione in senso longitudinale dei carichi mobili che massimizzano le sollecitazioni su ogni singolo elemento strutturale principale è automaticamente svolta dal programma di calcolo attraverso l'analisi della linea di influenza, una volta assegnate le caratteristiche in termini di geometria, posizione e pesi di ciascuna colonna di carico. Per quanto riguarda la disposizione trasversale dei carichi, tenuta in considerazione che la struttura portante dell'impalcato è costituita da una coppia di travi con uno schema di ripartizione a graticcio si considerano le seguenti disposizioni di carico trasversale..



condizione di carico eccentrico

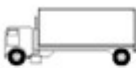


condizione con carico centrato

Per il viadotto in oggetto L_r è pari a 0.75m cui corrisponde un carico lineare di 1.875 kN/m.
Per il calcolo della soletta è stata considerate ulteriore condizioni, si veda il capitolo specifico.

6.8. CARICO DA TRAFFICO PER VERIFICHE A FATICA

Con riferimento a quanto prescritto dalle NTC 2018, in funzione del limitato carico di traffico previsto per il ponte, si fa riferimento al modello di carico a fatica 2 previsto al punto 5.1.4.3 del DM 17/1/2018. Si adotta pertanto il più gravoso dei mezzi riportati in tabella 5.1.VII, considerato viaggiante da solo sulla corsia convenzionale (massima eccentricità trasversale) per la verifica sulla trave principale.

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

Veicolo schema di carico a fatica 2

Coefficienti parziali per la resistenza a fatica

I valori dei coefficienti γ_{Mf} adottati nelle verifiche a fatica sono riportati nella seguente tabella, estratta dalla circolare delle NTC18.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_f = 1$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alle azioni di fatica

$\gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alla resistenza a fatica

$\gamma_{Mf} = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a fatica

Metodo di valutazione	Conseguenze del collasso	
	Basse conseguenze	Alte conseguenze
metodo del "danneggiamento accettabile"	1,00	1,15
metodo della "vita sicura"	1,15	1,35

6.8.1. METODI DI VERIFICA

Per la verifica a fatica secondo il criterio della vita illimitata, l'ampiezza di tensione di riferimento è quella ad ampiezza costante, definita come

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot \Delta\sigma_C$$

dove $\Delta\sigma_C$ è il valore della classe del dettaglio.

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$$

dove $\Delta\sigma_D$ sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

6.8.2. VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA

Nelle verifiche a fatica le tensioni considerate sono coerenti con quelle alle quali è riferita la curva S-N del dettaglio.

Si veda capitolo specifico della presente relazione.

6.9. AZIONE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE (Q3)

Secondo quanto riportato nel DM 17 gennaio 2018 paragrafo 5.1.3.5, la forza orizzontale dovuta al frenamento dei veicoli per l'impalcato in questione diviene:

5.1.3.5 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: q_3

La forza di frenamento o di accelerazione q_3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.4)$$

per i ponti di 1ª categoria ed a

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.5)$$

per i ponti di 2ª categoria, essendo w_1 la larghezza della corsia e L la lunghezza della zona caricata. La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

da cui:

$$H_{fren} = 0,6 \times 2 \times 300 + 0,10 \times 9,00 \times 3,00 \times 174 = 829,8 \text{ kN}$$

L'azione viene ripartita sui nodi dei traversi al centro della carreggiata.

6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4)

Il valore della azione centrifuga risulta, adottando il valore di raggio minimo,

$$Q_v = (2 \times (300 + 200 + 100)) = 1200 \text{ kN}$$

$$q_d = 1200 \times 40 / 450 = 106 \text{ kN} \text{ che corrisponde ad una azione } q_d / L = 0,75 \text{ kN/m}$$

Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	q_4 [kN]
$R < 200$	$0,2 Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 Q_v / R$
$1500 \leq R$	0

L'entità dell'azione risulta trascurabile.

6.11. AZIONE VENTO (Q5)

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale e verticale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi (ad es. le pile). Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano delle superfici direttamente investite.

6.11.1. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento v_b assunta nei calcoli è il valore caratteristico della velocità del vento a 20 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.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella norma e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame;

a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

La Toscana è in zona 3 cui corrisponde una $v_{b,0} = 27$ m/sec

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m²) è data dall'espressione:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

6.11.2. PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_b è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 D.M. 14/01/08;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 D.M. 14/01/08;

c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Indicazioni per la sua valutazione sono riportate al § 3.3.8 D.M. 14/01/08.

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



6.11.3. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione ce dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla relazione:

$$ce(z) = k_r z^{ct} \ln(z/z_0) [7 + ct \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

$$ce(z) = ce(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

dove:

k_r , z_0 , z_{min} sono assegnati in Tab. 3.3.II D.M. 14/01/08 in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

ct è il coefficiente di topografia.

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 D.M. 14/01/08 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III D.M. 14/01/08.

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Nel caso in esame, vista l'ubicazione del sito posto oltre 30 km dalla costa ad una quota inferiore a 500m, si è considerata una categoria di esposizione II.

Il coefficiente di topografia ct è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

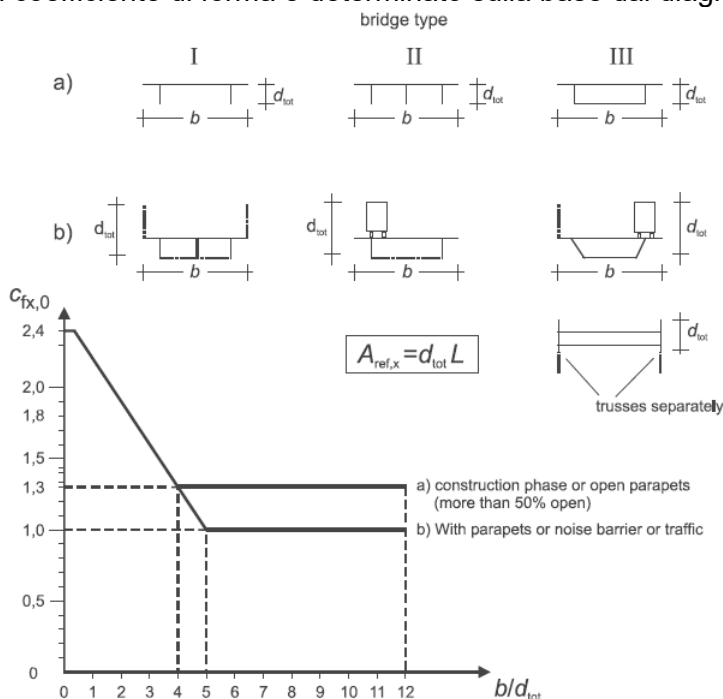
Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Si adotta per la zona del ponte una Classe D.

Coefficienti di forma

Il coefficiente di forma è determinato sulla base dal diagramma fornito dalla UNI-EN 1991-1-4:2005.



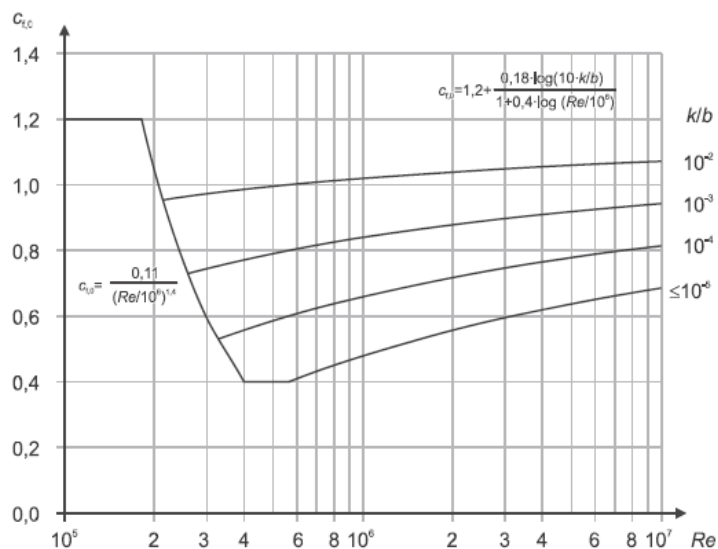
Per il ponte in oggetto, conforme alla tipologia b perché soggetto al traffico, il coefficiente di forma è assunto pari a:

Ponte scarico = 1.463, essendo il rapporto $b/d = 11.25/(3.54) = 3.18$.

Ponte carico = 1.914, essendo il rapporto $b/d = 11.25/(3.17+3) = 1.82$.

Il guardrail aperto è fattorizzato per 0.3 così come indicato nella EN 1991-1-4 al paragrafo 8.3.1 al punto 4.a.4

Per il fusto circolare della pila il coefficiente di forma può essere valutato dalla formulazione seguente (UNI ENV 1991-2-4:2010) in base al numero di Reynolds



Essendo il numero di Reynolds pari a :

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{v}$$

diametro =	
b	3
v	1.50E-05
qp	76.62
ce(z)	2.73
Vpicco	11.07
Re	1476269.55

Da cui si ottiene un coefficiente di forma pari a 1.29.

coefficiente per sezione circolari		
Reynolds	Re	1.48E+06
	k	1
	k/b	0.33
Controlla nella tabella a fianco	Cf,0	1.29

6.11.4. AZIONE DA VENTO

L'azione da vento può essere convenzionalmente assimilata ad una carico statico diretto ortogonalmente e/o verticalmente all'asse del ponte. Come superficie investita orizzontalmente è stata presa in considerazione la situazione con ponte sia carico (con sagoma veicolare) sia scarico, mentre la superficie verticale non risente del traffico veicolare.

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Le superfici di esposizione dell'impalcato al vento sono state calcolate in accordo all'Eurocodice UNI EN 1991-1-4:2005 par. 8.3.

Tenuta in considerazione la bassa altezza del suolo e l'ingombro limitato dei telai delle sottostrutture, l'azione su di essi viene trascurata.

Di seguito vengono riportati i parametri considerati con riferimento agli elaborati grafici di progetto. Per la determinazione dell'area di riferimento si è valutata graficamente la sagoma.

INPUT DATI DI PROGETTO			
Proprietà della costruzione	Costruzione di rilevante importanza		
Zona di riferimento	Zona 3		
Classe di rugosità	Classe D		
Categoria di esposizione	Categoria II		
Altitudine del sito	(valore massimo: 1500)	a_s	475 m.s.l.m.
Coefficiente di topografia	(valore consigliato: 1)	c_t	1.00
Coefficiente dinamico	(valore consigliato: 1)	c_d	1.00
CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO			
Periodo di ritorno	T_R	100	anni
Vita nominale della costruzione	V_N	100	anni
Velocità base di riferimento al livello del mare	$v_{b,0}$	27.00	m/s
Parametri (funzione della zona geografica)	a_0	500	m
	k_a	0.37	s ⁻¹
Coefficiente di altitudine	c_a	1.00	
Velocità di base di riferimento	v_b	27.00	m/s
Coefficiente di ritorno	c_r	1.06	
Velocità di riferimento del vento	v_r	28.62	m/s
Fattore di terreno (dip. da categoria di esposizione)	k_r	0.19	
Lunghezza di rugosità (dip. da categoria di esposizione)	z_0	0.05	m
Altezza minima (dip. da categoria di esposizione)	z_{min}	4.00	m
Densità media di massa dell'aria	ρ	1.25	kg/m ³
Pressione cinetica di riferimento	q_r	0.512	kN/m ²

La pressione di picco di progetto, senza coefficiente di forma, è pari a:

$$p = q_b \text{ ce } c_p = 512.0 \times 2.70 \times 1 = 1382.73 \text{ N/m}^2$$

dove:

- q_b è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 D.M. 17/01/18;
- ce è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 D.M. 17/01/18;
- c_p è il coefficiente dinamico

le pressioni sono pertanto pari a :

$$p \text{ scarico} = 1382.73 \times 1.82 = 2516 \text{ N/m}^2$$

$$p \text{ carico} = 1382.73 \times 1.95 = 2696 \text{ N/m}^2$$

La distribuzione dell'azione del vento possono essere di seguito riassunte secondo i seguenti schemi:

Ponte scarico con applicazione sulla trave esterna.

L'azione complessiva per metro di impalcato è pari a $P = 2516 \times (6.02) = 15146 \text{ N/m}$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Applicato sulla trave sopra vento.

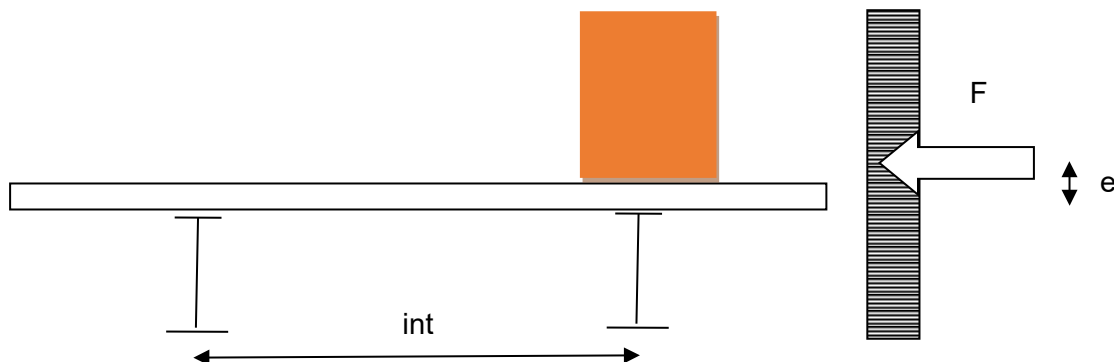
Ponte carico con applicazione sulla trave esterna e sulla sagoma di traffico.

L'azione per metro di impalcato è pari a $P=2696 \times (7.3)=20900$ N/m applicato sulla trave più esposta.

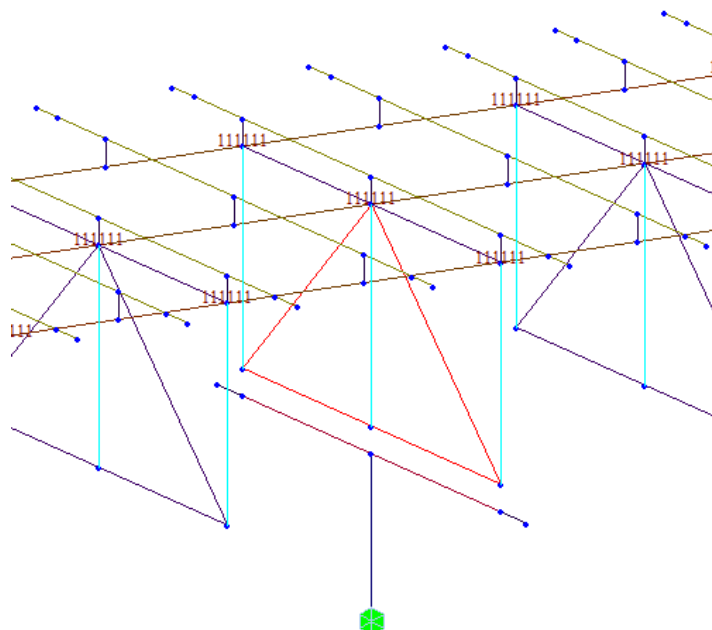
Sul fusto della pila la pressione è pari a $1.382 \times 1.29 = 1.781$ kN/m²

L'azione lineare è pari a $1.781 \times 3 = 5.33$ kN/m

Lo spessore dell'impalcato (trave+soletta+pavimentazione) è sostanzialmente equivalente alla sagoma di carico dei mobili, pertanto la risultante è applicata a quota impalcato. Lievi eccentricità comportano effetti torsionali risibili sulle travi di impalcato quando trasformati attraverso la divisione per l'interasse delle travi in coppie di forze, in quanto il rapporto tra e/int risulta di lieve entità.



L'eccentricità sulla sottostruttura è schematizzata grazie alla presenza di bracci rigidi pari alla distanza tra la soletta ed il piano di appoggi in modo da garantire una corretta ripartizione del momento trasversale trasmesso alla sottostruttura.



6.12. AZIONE SISMICA (Q6)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU.

Si ottiene pertanto il periodo di riferimento: $VR = VN \times CU = 50 \times 2 = 100$ anni

Per il terreno e le caratteristiche topografiche si sono assunti seguenti parametri:

Terreno tipo B

Classe topografica T1

La struttura si trova in corrispondenza delle seguenti coordinate geografiche:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
 LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE
 PROVINCIA
 COMUNE

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta |>
 Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info
Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {
SLO - $P_{VR} = 81\%$
SLD - $P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimi - SLU {
SLV - $P_{VR} = 10\%$
SLC - $P_{VR} = 5\%$

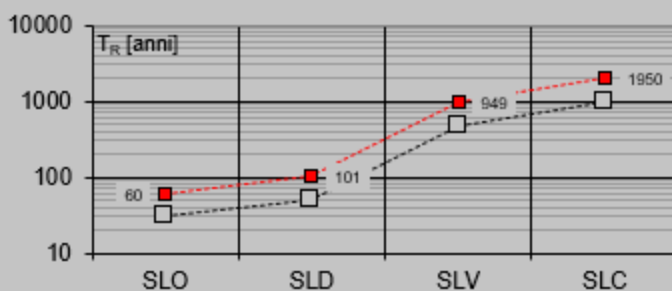
Elaborazioni

Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie
---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



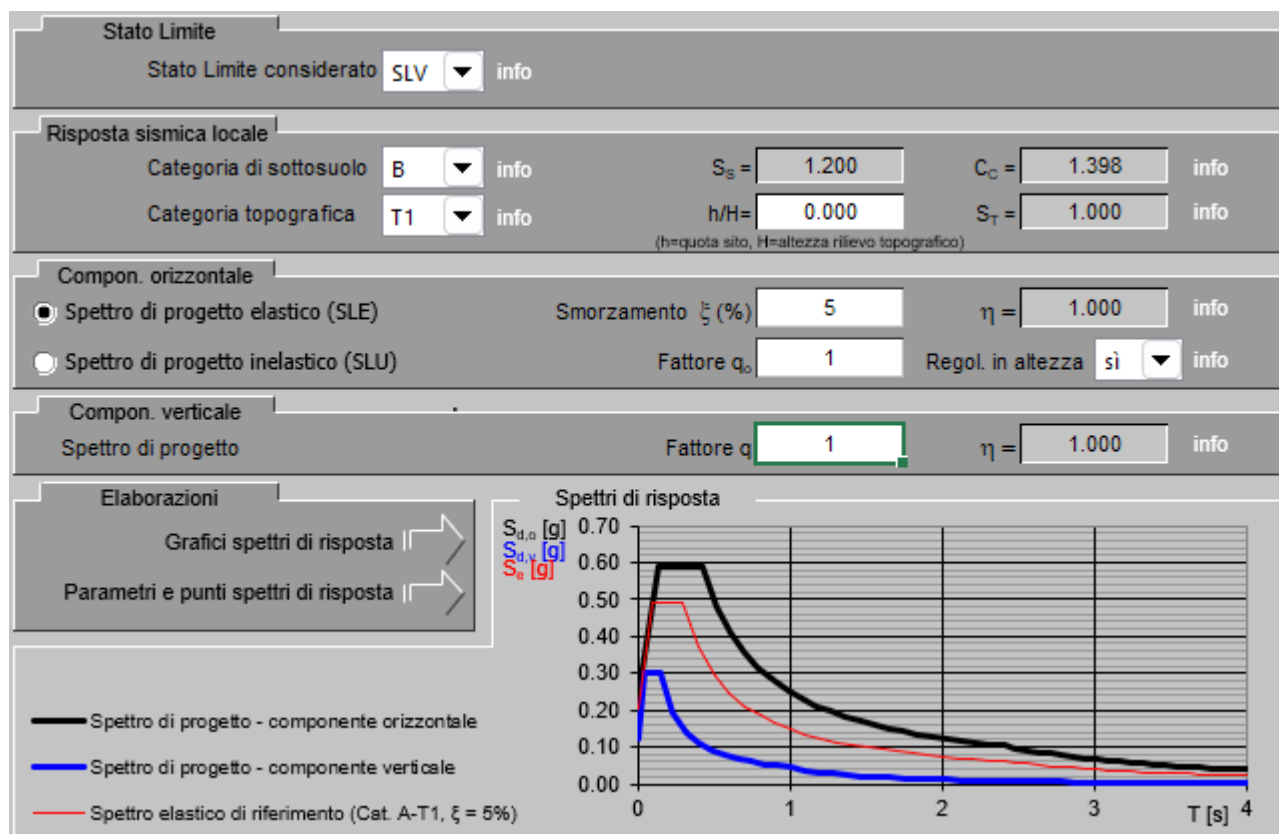
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SL'

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.202 g
F_o	2.434
T_c	0.301 s
S_s	1.200
C_c	1.398
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.140 s
T_C	0.421 s
T_D	2.408 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / \xi + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.243
$T_B \leftarrow$	0.140	0.590
$T_C \leftarrow$	0.421	0.590
	0.516	0.482
	0.611	0.407
	0.705	0.353
	0.800	0.311
	0.894	0.278
	0.989	0.251
	1.084	0.230
	1.178	0.211
	1.273	0.195
	1.368	0.182
	1.462	0.170
	1.557	0.160
	1.651	0.151
	1.746	0.142
	1.841	0.135
	1.935	0.129
	2.030	0.123
	2.125	0.117
	2.219	0.112
	2.314	0.107
$T_D \leftarrow$	2.408	0.103
	2.484	0.097
	2.560	0.091
	2.636	0.086
	2.712	0.081
	2.787	0.077
	2.863	0.073
	2.939	0.069
	3.015	0.066
	3.091	0.063
	3.166	0.060
	3.242	0.057
	3.318	0.054
	3.394	0.052
	3.469	0.050
	3.545	0.048
	3.621	0.046
	3.697	0.044
	3.773	0.042
	3.848	0.040
	3.924	0.040
	4.000	0.040

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.123 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.477
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.123
$T_B \leftarrow$	0.050	0.299
$T_C \leftarrow$	0.150	0.299
	0.235	0.191
	0.320	0.140
	0.405	0.111
	0.490	0.091
	0.575	0.078
	0.660	0.068
	0.745	0.060
	0.830	0.054
	0.915	0.049
$T_D \leftarrow$	1.000	0.045
	1.094	0.037
	1.188	0.032
	1.281	0.027
	1.375	0.024
	1.469	0.021
	1.563	0.018
	1.656	0.016
	1.750	0.015
	1.844	0.013
	1.938	0.012
	2.031	0.011
	2.125	0.010
	2.219	0.009
	2.313	0.008
	2.406	0.008
	2.500	0.007
	2.594	0.007
	2.688	0.006
	2.781	0.006
	2.875	0.005
	2.969	0.005
	3.063	0.005
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

SLC

Stato Limite			
Stato Limite considerato		SLC	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo	B	info	$S_s = 1.157$
Categoria topografica	T1	info	$C_G = 1.389$ info
		$h/H = 0.000$	$S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)			
Compon. orizzontale			
☒ Spettro di progetto elastico (SLE)		Smorzamento ξ (%)	5
☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)		Fattore q_o	1
		Regol. in altezza	sì info
Compon. verticale			
Spettro di progetto		Fattore q	1
		$\eta = 1.000$	info
Elaborazioni			
Grafici spettri di risposta		▶	
Parametri e punti spettri di risposta		▶	
		— Spettro di progetto - componente orizzontale — Spettro di progetto - componente verticale — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)	
Spettri di risposta 			

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.247 g
F_a	2.463
T_c	0.312 s
S_s	1.157
C_D	1.389
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.157
η	1.000
T_B	0.144 s
T_C	0.433 s
T_D	2.588 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_D \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.286
$T_B \leftarrow$	0.144	0.704
$T_C \leftarrow$	0.433	0.704
	0.535	0.569
	0.638	0.477
	0.741	0.411
	0.843	0.361
	0.946	0.322
	1.049	0.290
	1.151	0.265
	1.254	0.243
	1.356	0.224
	1.459	0.209
	1.562	0.195
	1.664	0.183
	1.767	0.172
	1.869	0.163
	1.972	0.154
	2.075	0.147
	2.177	0.140
	2.280	0.134
	2.383	0.128
	2.485	0.123
$T_D \leftarrow$	2.588	0.118
	2.655	0.112
	2.722	0.106
	2.790	0.101
	2.857	0.097
	2.924	0.092
	2.991	0.088
	3.059	0.084
	3.126	0.081
	3.193	0.077
	3.260	0.074
	3.328	0.071
	3.395	0.068
	3.462	0.066
	3.529	0.063
	3.597	0.061
	3.664	0.059
	3.731	0.057
	3.798	0.055
	3.866	0.053
	3.933	0.051
	4.000	0.049

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato lirSLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0.166 g
S_a	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.652
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.166
0.050	0.408
0.150	0.408
0.235	0.260
0.320	0.191
0.405	0.151
0.490	0.125
0.575	0.106
0.660	0.093
0.745	0.082
0.830	0.074
0.915	0.067
1.000	0.061
1.094	0.051
1.188	0.043
1.281	0.037
1.375	0.032
1.469	0.028
1.563	0.025
1.656	0.022
1.750	0.020
1.844	0.018
1.938	0.016
2.031	0.015
2.125	0.014
2.219	0.012
2.313	0.011
2.406	0.011
2.500	0.010
2.594	0.009
2.688	0.008
2.781	0.008
2.875	0.007
2.969	0.007
3.063	0.007
3.156	0.006
3.250	0.006
3.344	0.005
3.438	0.005
3.531	0.005
3.625	0.005
3.719	0.004
3.813	0.004
3.906	0.004
4.000	0.004

L'impalcato è vincolato con 8 isolatori, inoltre le proprietà nominali dell'isolatore, e dunque quelle di tutto il sistema di isolamento, possono subire modifiche dovute all'invecchiamento, temperatura, storia di carico. Questa variabilità è tenuta in conto (come richiesto per le costruzioni in classe d'uso III e IV al paragrafo 7.10.5.1 del D.M. 14.01.2008) in accordo alla EN1998-2 [punto 7.5.2.4(2)P], tramite l'utilizzo di due gruppi di caratteristiche del sistema di isolamento:

- proprietà di progetto limiti superiori [upper bound design properties (UBDP)]

- proprietà di progetto limiti inferiori [lower bound design properties (LBDP)]

In generale devono essere effettuate due distinte analisi, una usando l'UBDP, ed un'altra usando l'LBDP. L'analisi con UBDP conduce in genere alle azioni massime su sottostrutture ed impalcato, mentre quella con LBDP porta ai massimi spostamenti dei dispositivi di isolamento.

I valori di progetto UBDP e LBDP sono calcolati in accordo alle EN1998-2 (Appendici J e JJ) e la UNI EN 15129, secondo quanto riportato di seguito attraverso la definizione di un parametro λ che tengono conto di alcuni effetti come bassa temperatura e invecchiamento che aumentano la rigidità di progetto della gomma.

A questo va aggiunta una variabilità del 20% per la produzione.

Tenuto conto che il rapporto tra i parametri UBDP e LBDP deve essere almeno maggiore di 1.8, si considera un fattore di 1.5 per l'UBDP e di 0.8 per LBDP.

7. COMBINAZIONI DI CARICO

7.1. COMBINAZIONI PER GLI SLU

Con riferimento al §5.1.3.12 del NTC 2018, ed alle tabelle riportate nel seguito, si sono impiegate nei calcoli di verifica le seguenti combinazioni allo SLU.

Combinazione tipo:

$$1.35 g_1 + 1.5 g_2 + 1.35 q_{1A,i} + 0.9 q_{5vento2} + 1.2 \epsilon_2$$

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Per quanto riguarda i carichi mobili, la simultaneità dei sistemi di carico definiti nel DM 17 gennaio 2018 (modelli di carico 1, 2, 3, 4, 6 - forze orizzontali - carichi agenti su ponti pedonali), deve essere tenuta in conto considerando i "gruppi di azioni" definiti nella tabella seguente.

Ognuno dei "gruppi di azioni", indipendente dagli altri, deve essere considerato come azione caratteristica per la combinazione con gli altri carichi agenti sul ponte.

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite ultimi, definite al punto 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, sono espresse complessivamente dalle seguenti relazioni:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dove:

- G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- E è l'azione del sisma per lo stato limite considerato;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;
- Q_k è il valore caratteristico delle azioni variabili;
- γ_G, γ_P, γ_Q sono i coefficienti parziali delle azioni agli SLU;
- ψ₀, ψ₂ sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili;

I valori dei coefficienti ψ₀, γ_G, γ_P, γ_Q sono riportati nelle tabelle sottostanti:

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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 q_s	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
Neve q_s	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

		Coefficiente	$EQU^{(1)}$	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli		0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli	γ_{G1}	1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli		0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_{G2}	1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli		0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_Q	1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli		0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_{Qi}	1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli		0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli	γ_{e1}	1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli		0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

7.2. COMBINAZIONI PER GLI SLE

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, sono invece espresse dalla seguente relazione di limitazione delle tensioni, in combinazione di carico caratteristica

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

8. CODICE DI CALCOLO

Il calcolo agli elementi finiti della struttura è stato condotto mediante l'utilizzo del software MIDAS CIVIL 2020 ver.3.2.

Origine e caratteristiche del codice di calcolo

MIDAS Information Technology, Co., Ltd.

SKn Technopark Tech-center 15th fl. 190-1 Sangdaewon1-dong

Jungwon-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 462-721, Korea

Tel: 82-31-789-2000 Fax: 82-31-789-2001

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

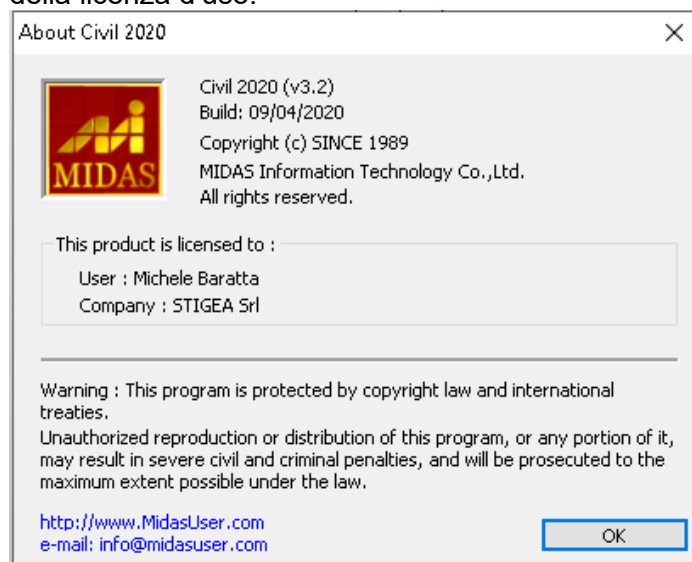


cooprogetti



- n. di serie della licenza: *U001-09640*
- intestato alla Ditta : *STIGEA S.r.l., Bologna*

Si allegano gli estremi della licenza d'uso:



Affidabilità del codice utilizzato

La documentazione di validazione a corredo del software, fornita dal distributore del prodotto e preliminarmente esaminata dal progettista, è disponibile presso STIGEA S.r.l., via Innerio n.10, Bologna.

9. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Per la modellazione dell'impalcato si è considerato uno schema strutturale a travi, costituito da n.3 travi a sezione composta (trave "a doppia T" in acciaio e soletta in c.a. $s=0.32$ m).

La modellazione dell'impalcato è completata dai traversi a sezione generica con inerzia equivalente ai traversi reticolari (diaframmi), costituiti da profili a L accoppiati in acciaio.

Tutti diaframmi reticolari sono modellati tridimensionalmente.

Nel modello è rappresentato il piano della soletta costituito da elementi con passo 2m collegati con elementi rigidi solo assialmente (quindi non in grado di influenzare la deformabilità della trave) sui cui viene fatto viaggiare il carico mobile che trasferisce alle travi la quota parte di carico

Delle sottostrutture sono modellate solo le elevazioni delle pile, le spalle sono considerate come punti fissi essendo il ponte vincolato tramite isolatori elastomerici.

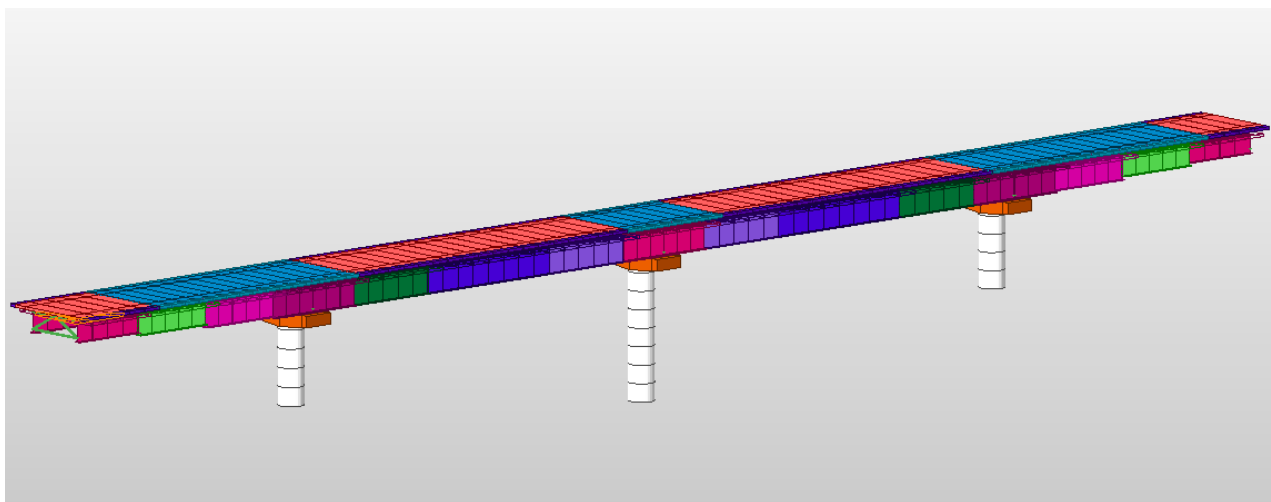


Figura 4 Modello di calcolo Fase 2 - vista estrusa

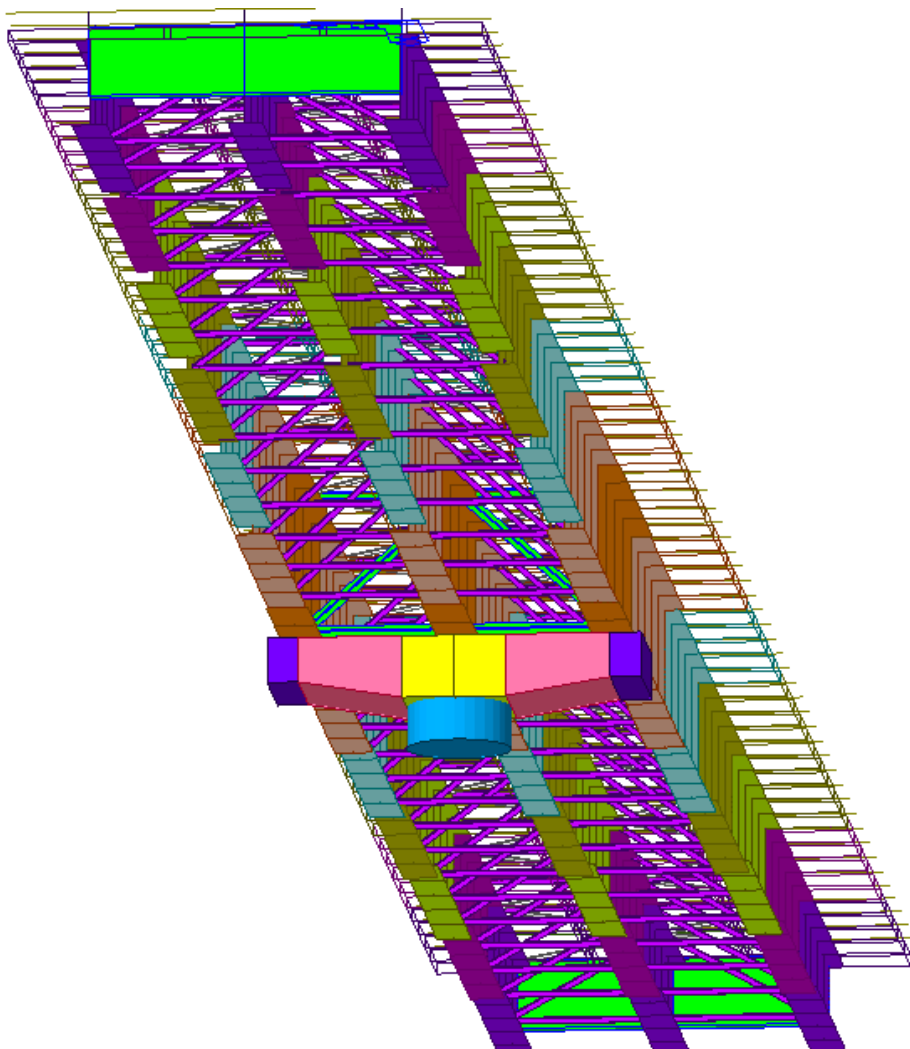


Figura 5 Modello di calcolo impalcato – vista inferiore con i diaframmi reticolari

10. FASI DI COSTRUZIONE

Le varie fasi esecutive dell'impalcato e i differenti tempi di applicazione del carico sono determinate attraverso la construction stage analysis secondo il metodo:

SEQUENTIAL ANALYSIS + LONG-TERM MODULAR RATIO

In cui vengono definite delle caratteristiche inerziali con coefficienti di omogenizzazione del cls all'acciaio differenti a seconda della natura temporale dell'azione agente, sostanzialmente raggruppate nelle seguenti fasi:

- Fase 1: Considera il peso proprio della struttura metallica, il peso delle lastre prefabbricate e del getto fluido della soletta (che in questa fase non è ancora reagente).
- Fase 2: Considera il peso dei successivi carichi permanenti applicati alla struttura (pavimentazione, cordoli, barriere di sicurezza, velette prefabbricate in cls, parapetti metallici), i carichi dovuti al ritiro del cls ed eventuali cedimenti vincolari.

In questa fase viene considerato un coefficiente $n=Es/Ec$ pari a 18 così come definito nel par.7.5

- Fase 3: Considera il transito dei carichi mobili (comprese le azioni centrifughe e di avviamento/frenamento ad essi imputabili), l'azione del vento, le azioni sismiche e l'effetto della differenza di temperatura tra la soletta in cls e le travi metalliche.

La sezione resistente è completamente reagente; le sue caratteristiche statiche sono calcolate con modulo istantaneo ($n = Es / Ec$) in virtù della breve durata delle sollecitazioni.

Per il calcolo della larghezza collaborante efficace di soletta (B_{eff}), si è fatto riferimento a quanto prescritto al paragrafo 4.3.2.3 delle NTC.

4.3.2.3 Larghezze efficaci

La distribuzione delle tensioni normali negli elementi composti, deve essere determinata o mediante una analisi rigorosa o utilizzando nel calcolo la larghezza efficace della soletta.

La larghezza efficace, b_{eff} , di una soletta in calcestruzzo può essere determinata mediante l'espressione

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}, \quad (4.3.2)$$

dove b_0 è la distanza tra gli assi dei connettori e $b_{ei} = \min (L_e/8, b_i)$ è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta (vedi fig. 4.3.1).

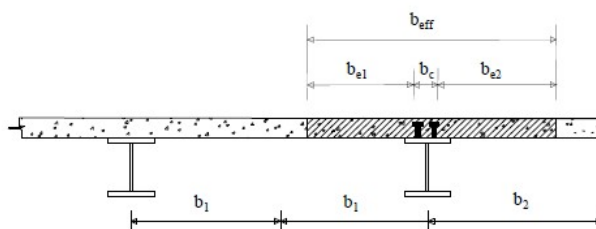


Figura 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei} .

L_e nelle travi semplicemente appoggiate è la luce della trave, nelle travi continue è la distanza indicata in fig. 4.3.2.

Per gli appoggi di estremità la formula diviene

$$b_{eff} = b_0 + \beta_1 b_{e1} + \beta_2 b_{e2}, \quad (4.3.3)$$

dove $\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}} \right) \leq 1,0$.

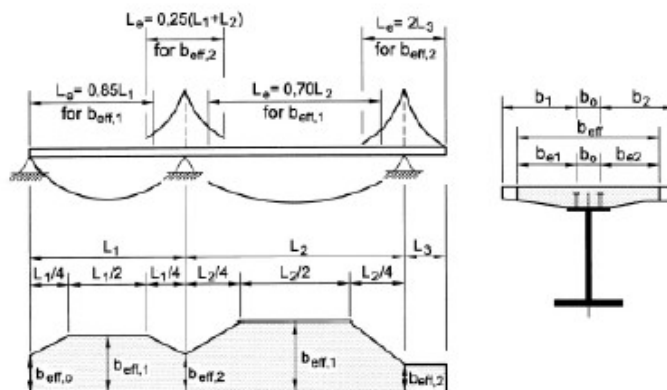


Figura 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} e luci equivalenti, L_e , per le travi continue

Per tutte le travi il valore è pari a 4680mm.

Per le sezioni comprese nelle zone adiacenti alle pile per una estensione pari al 15% della luce della campata la sezione viene considerata fessurata.

11. SEZIONI MEMBRATURE IMPALCATO

Nel modello di calcolo si sono considerate le seguenti 8 sezioni della trave principale, di seguito si riportano le caratteristiche geometriche e le caratteristiche inerziali secondo le fasi di calcolo considerate.

Prospetto corrispondenza delle sezioni strutturali con i conci rappresentati negli elaborati grafici.

Sezione strutturale trave
metallica

tipo sezione	1		2		3		4		5		6		7	
Pbsup (L - spess.)	850	4 0	850	3 0	850	4 0	850	3 0	850	3 0	110 0	7 0	120 0	70
spessore anima	30		26		26		26		26		30		30	
Pbinf (L - spess.)	100 0	4 0	100 0	5 0	100 0	5 0	100 0	4 0	100 0	4 0	110 0	7 0	120 0	70

Corrispondenza conci -sezioni

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Concio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tipo sezione	1	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3	2	1	

Section ID: Name:

Section Type:

Slab

Bc	4.68	m
tc	0.32	m
Hh	0	m

Girder

Hw	2.42	tw	0.03	m
B1	0.85	B2	1	m
Bf1	0	Bf2	0	m
tf1	0.04	tf2	0.04	m
Bf3	0	tfp	0	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	6.16251	Ds / Dc	3.0792
Ps	0.3	Pc	0.2
Ts / Tc	1.2		

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)

Es/Ec (Shrinkage)

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Top

☐ FEM ☐ Equation

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.546000e-01	3.976177e-01	2.378000e-01	2.378000e-01	m^2
Asy	6.408497e-02	2.532895e-01	9.706067e-02	9.706067e-02	m^2
Asz	7.164835e-02	7.795077e-02	7.268124e-02	7.268124e-02	m^2
Ixx	6.160667e-05	4.554734e-03	1.599882e-03	1.599882e-03	m^4
Iyy	1.479031e-01	3.466530e-01	2.612008e-01	2.612008e-01	m^4
Izz	5.843192e-03	4.493991e-01	1.576998e-01	1.576998e-01	m^4
Cyp	5.111255e-01	5.043258e-01	5.072330e-01	5.072330e-01	m
Cym	4.888745e-01	4.956742e-01	4.927670e-01	4.927670e-01	m
Czp	1.282730e+00	4.009559e-01	7.779563e-01	7.779563e-01	m
Czm	1.217270e+00	2.099044e+00	1.722044e+00	1.722044e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	9.440000e+00	1.944000e+01	1.944000e+01	1.944000e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.888745e-01	2.335674e+00	2.332767e+00	2.332767e+00	m
Center:z	1.217270e+00	2.099044e+00	1.722044e+00	1.722044e+00	m
y1	-4.138745e-01	-4.206742e-01	-4.177670e-01	-4.177670e-01	m
z1	1.282730e+00	4.009559e-01	7.779563e-01	7.779563e-01	m
y2	4.361255e-01	4.293258e-01	4.322330e-01	4.322330e-01	m
z2	1.282730e+00	4.009559e-01	7.779563e-01	7.779563e-01	m
y3	5.111255e-01	5.043258e-01	5.072330e-01	5.072330e-01	m
z3	-1.217270e+00	-2.099044e+00	-1.722044e+00	-1.722044e+00	m
y4	-4.888745e-01	-4.956742e-01	-4.927670e-01	-4.927670e-01	m
z4	-1.217270e+00	-2.099044e+00	-1.722044e+00	-1.722044e+00	m

Section ID: **2** Name: **C2**

Section Type: **Steel-I (Type1)**

Slab

Bc	4.68	m
tc	0.32	m
Hh	0	m

Girder

Hw	2.625	tw	0.026	m
B1	0.85	B2	1	m
Bf1	0	Bf2	0	m
tf1	0.03	tf2	0.05	m
Bf3	0	tfp	0	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	6.16251	Ds / Dc	3.0792
Ps	0.3	Pc	0.2
Ts / Tc	1.2		

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep) **18**

Es/Ec (Shrinkage) **18**

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Top

Change Offset ...

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.517500e-01	3.947677e-01	2.349500e-01	2.349500e-01	m^2
Asy	6.510348e-02	2.492768e-01	9.593867e-02	9.593867e-02	m^2
Asz	6.708115e-02	7.357975e-02	6.916483e-02	6.916483e-02	m^2
Ixx	6.493001e-05	4.558057e-03	1.603206e-03	1.603206e-03	m^4
Iyy	1.689334e-01	4.407999e-01	3.248398e-01	3.248398e-01	m^4
Izz	6.156308e-03	4.497122e-01	1.580129e-01	1.580129e-01	m^4
Cyp	5.112290e-01	5.043165e-01	5.072526e-01	5.072526e-01	m
Cym	4.887710e-01	4.956835e-01	4.927474e-01	4.927474e-01	m
Czp	1.539428e+00	4.932655e-01	9.376298e-01	9.376298e-01	m
Czm	1.165572e+00	2.211734e+00	1.767370e+00	1.767370e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri.O	9.858000e+00	1.985800e+01	1.985800e+01	1.985800e+01	m
Peri.l	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center.y	4.887710e-01	2.335684e+00	2.332747e+00	2.332747e+00	m
Center.z	1.165572e+00	2.211734e+00	1.767370e+00	1.767370e+00	m
y1	-4.137710e-01	-4.206835e-01	-4.177474e-01	-4.177474e-01	m
z1	1.539428e+00	4.932655e-01	9.376298e-01	9.376298e-01	m
y2	4.362290e-01	4.293165e-01	4.322526e-01	4.322526e-01	m
z2	1.539428e+00	4.932655e-01	9.376298e-01	9.376298e-01	m
y3	5.112290e-01	5.043165e-01	5.072526e-01	5.072526e-01	m
z3	-1.165572e+00	-2.211734e+00	-1.767370e+00	-1.767370e+00	m
y4	-4.887710e-01	-4.956835e-01	-4.927474e-01	-4.927474e-01	m
z4	-1.165572e+00	-2.211734e+00	-1.767370e+00	-1.767370e+00	m

Section ID: **3** Name: **C3**

Section Type: **Steel-I (Type1)**

Slab

Bc	4.68	m
tc	0.32	m
Hh	0	m

Girder

Hw	2.995	tw	0.026	m
B1	0.85	B2	1	m
Bf1	0	Bf2	0	m
tf1	0.04	tf2	0.05	m
Bf3	0	tfp	0	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	6.16251	Ds / Dc	3.0792
Ps	0.3	Pc	0.2
Ts / Tc	1.2		

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	18
Es/Ec (Shrinkage)	18

☒ Consider Shear Deformation.
☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Top
Change Offset ...

Display Centroid
☐ FEM ☐ Equation

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.698700e-01	4.128877e-01	2.530700e-01	2.530700e-01	m^2
Asy	7.146400e-02	2.541310e-01	9.801835e-02	9.801835e-02	m^2
Asz	7.718584e-02	8.359193e-02	7.959077e-02	7.959077e-02	m^2
Ixx	7.761035e-05	4.570737e-03	1.615886e-03	1.615886e-03	m^4
Iyy	2.527534e-01	5.840847e-01	4.373764e-01	4.373764e-01	m^4
Izz	6.670662e-03	4.502266e-01	1.585273e-01	1.585273e-01	m^4
Cyp	5.100312e-01	5.041270e-01	5.067333e-01	5.067333e-01	m
Cym	4.899688e-01	4.958730e-01	4.932667e-01	4.932667e-01	m
Czp	1.654707e+00	5.866058e-01	1.058099e+00	1.058099e+00	m
Czm	1.430293e+00	2.498394e+00	2.026901e+00	2.026901e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	1.061800e+01	2.061800e+01	2.061800e+01	2.061800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.899688e-01	2.335873e+00	2.333267e+00	2.333267e+00	m
Center:z	1.430293e+00	2.498394e+00	2.026901e+00	2.026901e+00	m
y1	-4.149688e-01	-4.208730e-01	-4.182667e-01	-4.182667e-01	m
z1	1.654707e+00	5.866058e-01	1.058099e+00	1.058099e+00	m
y2	4.350312e-01	4.291270e-01	4.317333e-01	4.317333e-01	m
z2	1.654707e+00	5.866058e-01	1.058099e+00	1.058099e+00	m
y3	5.100312e-01	5.041270e-01	5.067333e-01	5.067333e-01	m
z3	-1.430293e+00	-2.498394e+00	-2.026901e+00	-2.026901e+00	m
y4	-4.899688e-01	-4.958730e-01	-4.932667e-01	-4.932667e-01	m
z4	-1.430293e+00	-2.498394e+00	-2.026901e+00	-2.026901e+00	m

Section ID: **4** Name: **C4**

Section Type: **Steel-I (Type1)**

Slab

Bc	4.68	m
tc	0.32	m
Hh	0	m

Girder

Hw	3.365	tw	0.026	m
B1	0.85	B2	1	m
Bf1	0	Bf2	0	m
tf1	0.03	tf2	0.04	m
Bf3	0	tfp	0	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	6.16251	Ds / Dc	3.0792
Ps	0.3	Pc	0.2
Ts / Tc	1.2		

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)

Es/Ec (Shrinkage)

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect (7th DOF)

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset: Center-Top

Change Offset ...

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.609900e-01	4.040077e-01	2.441900e-01	2.441900e-01	m ²
Asy	5.706963e-02	2.483729e-01	9.495537e-02	9.495537e-02	m ²
Asz	8.520620e-02	9.130118e-02	8.737823e-02	8.737823e-02	m ²
Ixx	4.890280e-05	4.542030e-03	1.587178e-03	1.587178e-03	m ⁴
Iyy	2.744579e-01	6.595361e-01	4.921136e-01	4.921136e-01	m ⁴
Izz	5.325157e-03	4.488810e-01	1.571818e-01	1.571818e-01	m ⁴
Cyp	5.105845e-01	5.042177e-01	5.069782e-01	5.069782e-01	m
Cym	4.894155e-01	4.957823e-01	4.930218e-01	4.930218e-01	m
Czp	1.828742e+00	6.324788e-01	1.151141e+00	1.151141e+00	m
Czm	1.606258e+00	2.802521e+00	2.283859e+00	2.283859e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m ²
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m ²
Peri:O	1.131800e+01	2.131800e+01	2.131800e+01	2.131800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.894155e-01	2.335782e+00	2.333022e+00	2.333022e+00	m
Center:z	1.606258e+00	2.802521e+00	2.283859e+00	2.283859e+00	m
y1	-4.144155e-01	-4.207823e-01	-4.180218e-01	-4.180218e-01	m
z1	1.828742e+00	6.324788e-01	1.151141e+00	1.151141e+00	m
y2	4.355845e-01	4.292177e-01	4.319782e-01	4.319782e-01	m
z2	1.828742e+00	6.324788e-01	1.151141e+00	1.151141e+00	m
y3	5.105845e-01	5.042177e-01	5.069782e-01	5.069782e-01	m
z3	-1.606258e+00	-2.802521e+00	-2.283859e+00	-2.283859e+00	m
y4	-4.894155e-01	-4.957823e-01	-4.930218e-01	-4.930218e-01	m
z4	-1.606258e+00	-2.802521e+00	-2.283859e+00	-2.283859e+00	m

Section ID: 5 Name: C5

Section Type: Steel-I (Type1)

Slab

Bc: 4.68 m
tc: 0.32 m
Hh: 0 m

Girder

Hw: 3.72 m
B1: 0.85 m
Bf1: 0 m
tf1: 0.03 m
Bf3: 0 m

tw: 0.026 m
B2: 1 m
Bf2: 0 m
tf2: 0.04 m
tfp: 0 m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec: 6.16251 Ds / Dc: 3.0792
Ps: 0.3 Pc: 0.2
Ts / Tc: 1.2

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep): 18
Es/Ec (Shrinkage): 18

☒ Consider Shear Deformation.
☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset: Center-Top
Change Offset ...

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.702200e-01	4.132377e-01	2.534200e-01	2.534200e-01	m ²
Asy	5.720210e-02	2.483704e-01	9.495308e-02	9.495308e-02	m ²
Asz	9.394036e-02	1.000343e-01	9.637118e-02	9.637118e-02	m ²
Ixx	5.098263e-05	4.544110e-03	1.589258e-03	1.589258e-03	m ⁴
Iyy	3.473194e-01	8.193443e-01	6.103891e-01	6.103891e-01	m ⁴
Izz	5.326655e-03	4.488825e-01	1.571833e-01	1.571833e-01	m ⁴
Cyp	5.100106e-01	5.041235e-01	5.067240e-01	5.067240e-01	m
Cym	4.899894e-01	4.958765e-01	4.932760e-01	4.932760e-01	m
Czp	2.006717e+00	7.325093e-01	1.295365e+00	1.295365e+00	m
Czm	1.783283e+00	3.057491e+00	2.494635e+00	2.494635e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m ²
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m ²
Peri:O	1.202800e+01	2.202800e+01	2.202800e+01	2.202800e+01	m
Peri:l	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.899894e-01	2.335876e+00	2.333276e+00	2.333276e+00	m
Center:z	1.783283e+00	3.057491e+00	2.494635e+00	2.494635e+00	m
y1	-4.149894e-01	-4.208765e-01	-4.182760e-01	-4.182760e-01	m
z1	2.006717e+00	7.325093e-01	1.295365e+00	1.295365e+00	m
y2	4.350106e-01	4.291235e-01	4.317240e-01	4.317240e-01	m
z2	2.006717e+00	7.325093e-01	1.295365e+00	1.295365e+00	m
y3	5.100106e-01	5.041235e-01	5.067240e-01	5.067240e-01	m
z3	-1.783283e+00	-3.057491e+00	-2.494635e+00	-2.494635e+00	m
y4	-4.899894e-01	-4.958765e-01	-4.932760e-01	-4.932760e-01	m
z4	-1.783283e+00	-3.057491e+00	-2.494635e+00	-2.494635e+00	m

Section ID: Name:

Section Type:

Slab

Bc: m

tc: m

Hh: m

Girder

Hw: m

B1: m

Bf1: m

tf1: m

Bf3: m

tw: m

B2: m

Bf2: m

tf2: m

tfp: m

☐ FEM ☐ Equation

Offset:

Material

Es / Ec: Ds / Dc:

Ps: Pc:

Ts / Tc:

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep):

Es/Ec (Shrinkage):

☒ Consider Shear Deformation.

☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	2.784000e-01	5.214177e-01	3.616000e-01	3.616000e-01	m^2
Asy	1.324240e-01	2.872092e-01	1.207910e-01	1.207910e-01	m^2
Asz	1.171274e-01	1.237661e-01	1.202223e-01	1.202223e-01	m^2
Ixx	2.870833e-04	4.780210e-03	1.825359e-03	1.825359e-03	m^4
Iyy	7.587344e-01	1.392038e+00	1.071068e+00	1.071068e+00	m^4
Izz	1.600290e-02	4.595588e-01	1.678595e-01	1.678595e-01	m^4
Cyp	5.561782e-01	5.532987e-01	5.547566e-01	5.547566e-01	m
Cym	5.438218e-01	5.467013e-01	5.452434e-01	5.452434e-01	m
Czp	2.045632e+00	1.017651e+00	1.538142e+00	1.538142e+00	m
Czm	1.974368e+00	3.002349e+00	2.481858e+00	2.481858e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	1.318000e+01	2.318000e+01	2.318000e+01	2.318000e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.438218e-01	2.336701e+00	2.335243e+00	2.335243e+00	m
Center:z	1.974368e+00	3.002349e+00	2.481858e+00	2.481858e+00	m
y1	-5.438218e-01	-5.467013e-01	-5.452434e-01	-5.452434e-01	m
z1	2.045632e+00	1.017651e+00	1.538142e+00	1.538142e+00	m
y2	5.561782e-01	5.532987e-01	5.547566e-01	5.547566e-01	m
z2	2.045632e+00	1.017651e+00	1.538142e+00	1.538142e+00	m
y3	5.561782e-01	5.532987e-01	5.547566e-01	5.547566e-01	m
z3	-1.974368e+00	-3.002349e+00	-2.481858e+00	-2.481858e+00	m
y4	-5.438218e-01	-5.467013e-01	-5.452434e-01	-5.452434e-01	m
z4	-1.974368e+00	-3.002349e+00	-2.481858e+00	-2.481858e+00	m

Section ID **7** Name **C7**

Section Type : **Steel-I (Type 1)**

Slab

Bc	4.68	m
tc	0.32	m
Hh	0	m

Girder

Hw	3.88	tw	0.03	m
B1	1.2	B2	1.2	m
Bf1	0	Bf2	0	m
tf1	0.07	tf2	0.07	m
Bf3	0	tfp	0	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	6.16251	Ds / Dc	3.0792
Ps	0.3	Pc	0.2
Ts / Tc	1.2		

☒ Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	18
Es/Ec (Shrinkage)	18

☒ Consider Shear Deformation.
☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset : Center-Top
Change Offset ...

☐ FEM ☐ Equation

Display Centroid

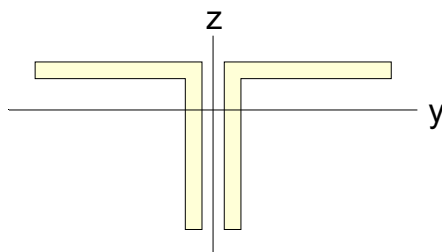
Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	2.924000e-01	5.354177e-01	3.756000e-01	3.756000e-01	m^2
Asy	1.442859e-01	2.981514e-01	1.307133e-01	1.307133e-01	m^2
Asz	1.171467e-01	1.239300e-01	1.204339e-01	1.204339e-01	m^2
Ixx	3.099500e-04	4.803077e-03	1.848226e-03	1.848226e-03	m^4
Iyy	8.133658e-01	1.460079e+00	1.128683e+00	1.128683e+00	m^4
Izz	2.063508e-02	4.641910e-01	1.724917e-01	1.724917e-01	m^4
Cyp	6.058824e-01	6.032124e-01	6.045793e-01	6.045793e-01	m
Cym	5.941176e-01	5.967876e-01	5.954207e-01	5.954207e-01	m
Czp	2.043926e+00	1.043599e+00	1.555729e+00	1.555729e+00	m
Czm	1.976074e+00	2.976401e+00	2.464271e+00	2.464271e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	1.358000e+01	2.358000e+01	2.358000e+01	2.358000e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.941176e-01	2.336788e+00	2.335421e+00	2.335421e+00	m
Center:z	1.976074e+00	2.976401e+00	2.464271e+00	2.464271e+00	m
y1	-5.941176e-01	-5.967876e-01	-5.954207e-01	-5.954207e-01	m
z1	2.043926e+00	1.043599e+00	1.555729e+00	1.555729e+00	m
y2	6.058824e-01	6.032124e-01	6.045793e-01	6.045793e-01	m
z2	2.043926e+00	1.043599e+00	1.555729e+00	1.555729e+00	m
y3	6.058824e-01	6.032124e-01	6.045793e-01	6.045793e-01	m
z3	-1.976074e+00	-2.976401e+00	-2.464271e+00	-2.464271e+00	m
y4	-5.941176e-01	-5.967876e-01	-5.954207e-01	-5.954207e-01	m
z4	-1.976074e+00	-2.976401e+00	-2.464271e+00	-2.464271e+00	m

Altre sezioni:

Aste diaframma corrente

Table 1 20 : 2150x15



PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



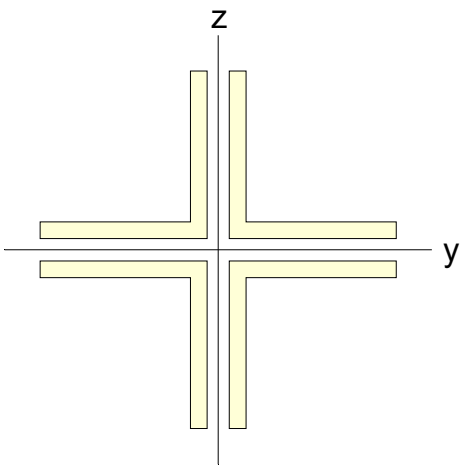
cooprogetti



$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.009	0.004	0.004	0.043	0.107
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.160	0.160

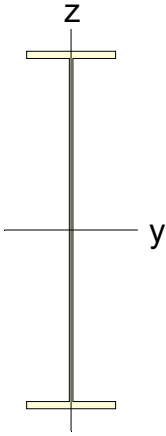
Aste diaframma di pila

Table 2 21 : 4x150x15

				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.017	0.007	0.007	0.160	0.160
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.160	0.160

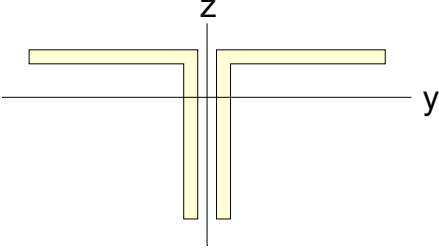
Diaframma di spalla

Table 3 22 : trav_spalla

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.078	0.033	0.040	1.000	1.000
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.050	0.001	0.250	0.250

Corrente superiore diaframma di pila

Table 4 23 : 2180x15

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.010	0.004	0.004	0.051	0.129
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.190	0.190

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Table 5 50 : pulv_350x180

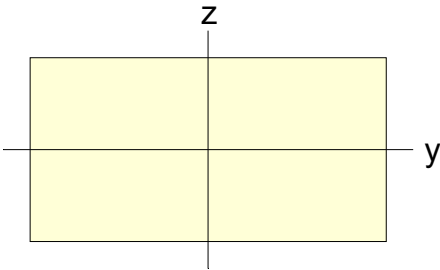
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
6.300	5.250	5.250	0.900	0.900
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
4.612	1.701	6.431	1.750	1.750

Table 6 51 : pulv_350x130

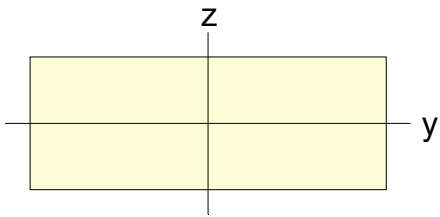
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
4.550	3.792	3.792	0.650	0.650
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
1.964	0.641	4.645	1.750	1.750

Table 7 52 : pulv_sbalzo

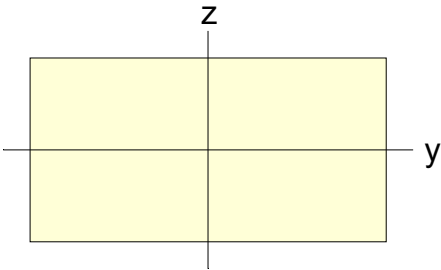
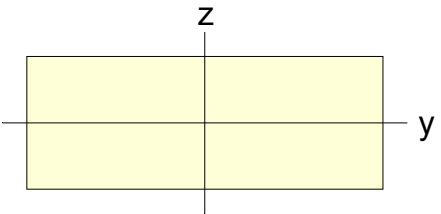
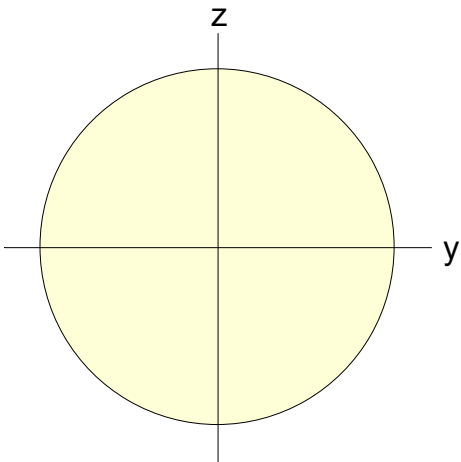
I-End					J-End				
									
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)	A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
6.300	5.250	5.250	0.900	0.900	4.550	3.792	3.792	0.650	0.650
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
4.612	1.701	6.431	1.750	1.750	1.964	0.641	4.645	1.750	1.750

Table 8 60 : pila

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
7.069	6.362	6.362	1.500	1.500
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
7.952	3.976	3.976	1.500	1.500

12. STATO DI SOLLECITAZIONE

Nel presente paragrafo si riportano gli involuipi delle componenti di sollecitazione delle travi principali per le condizioni di carico principali considerate.

12.1. TRAVI D'IMPALCATO

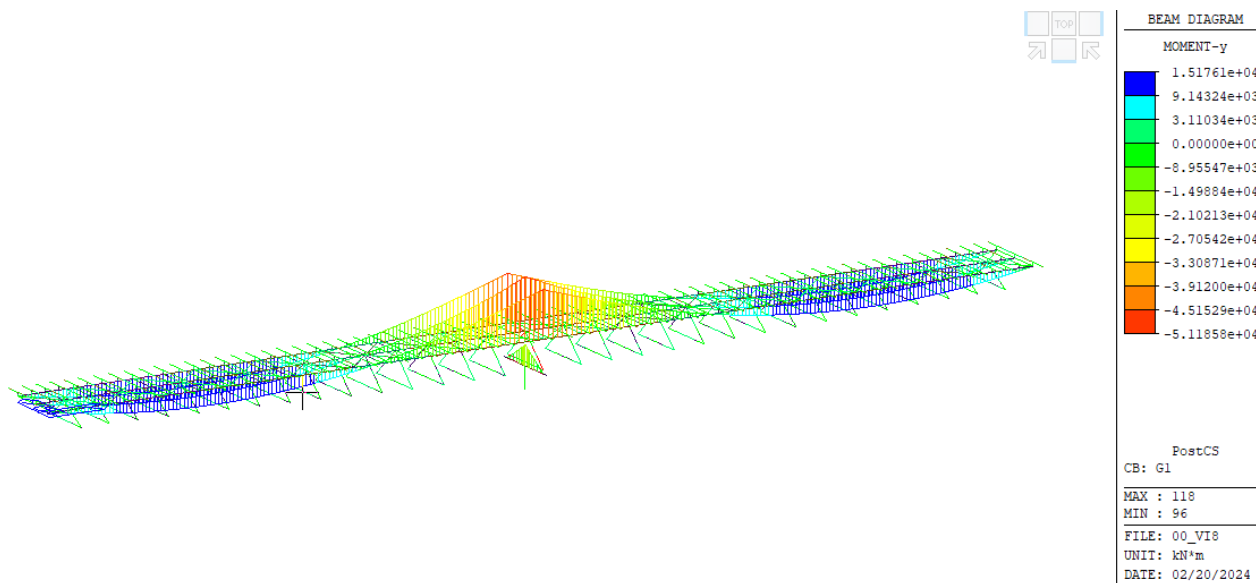


Figure 1 g1- momento flettente

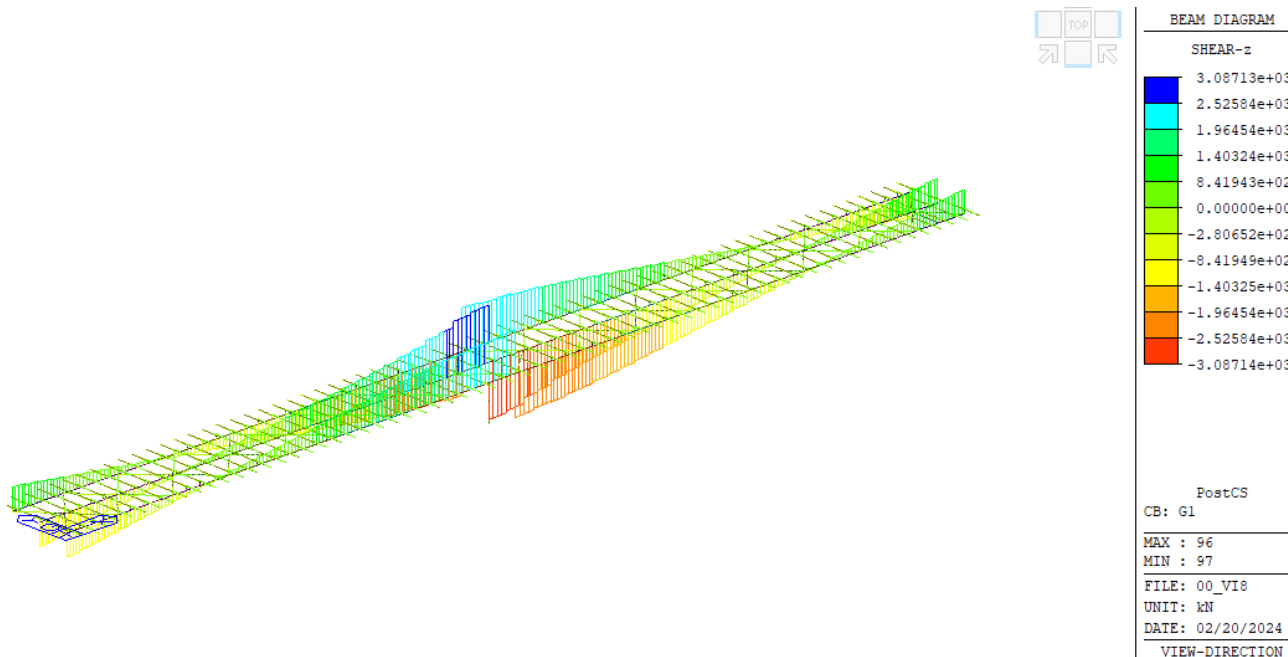


Figure 2 g1- sforzo di taglio

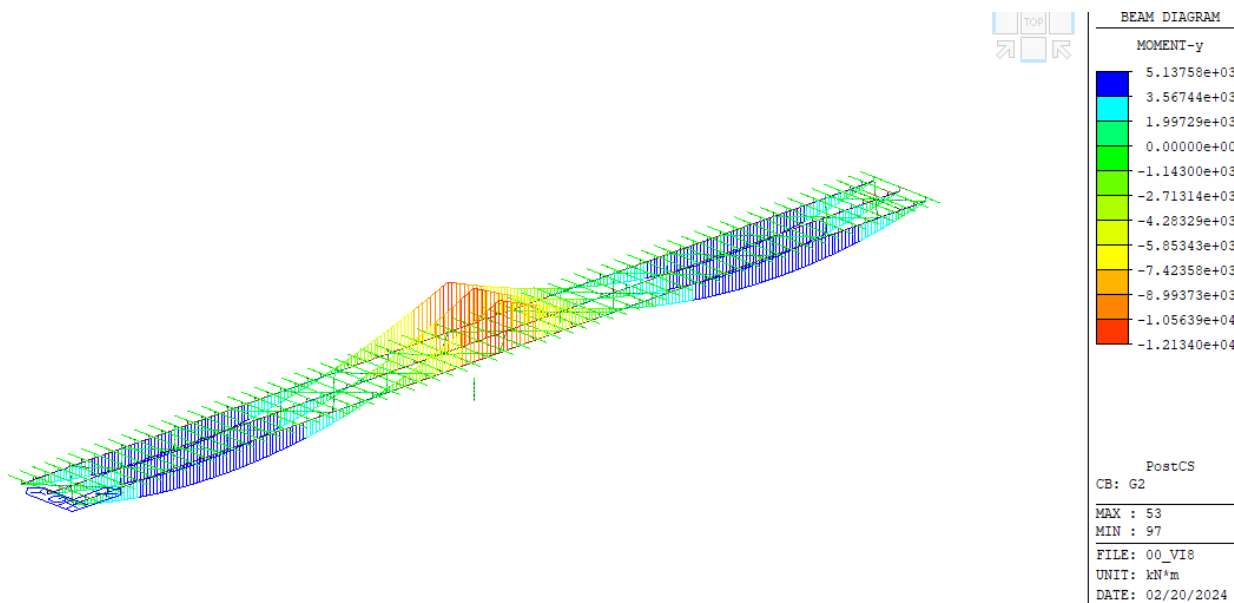


Figure 3 g2 – momento flettente

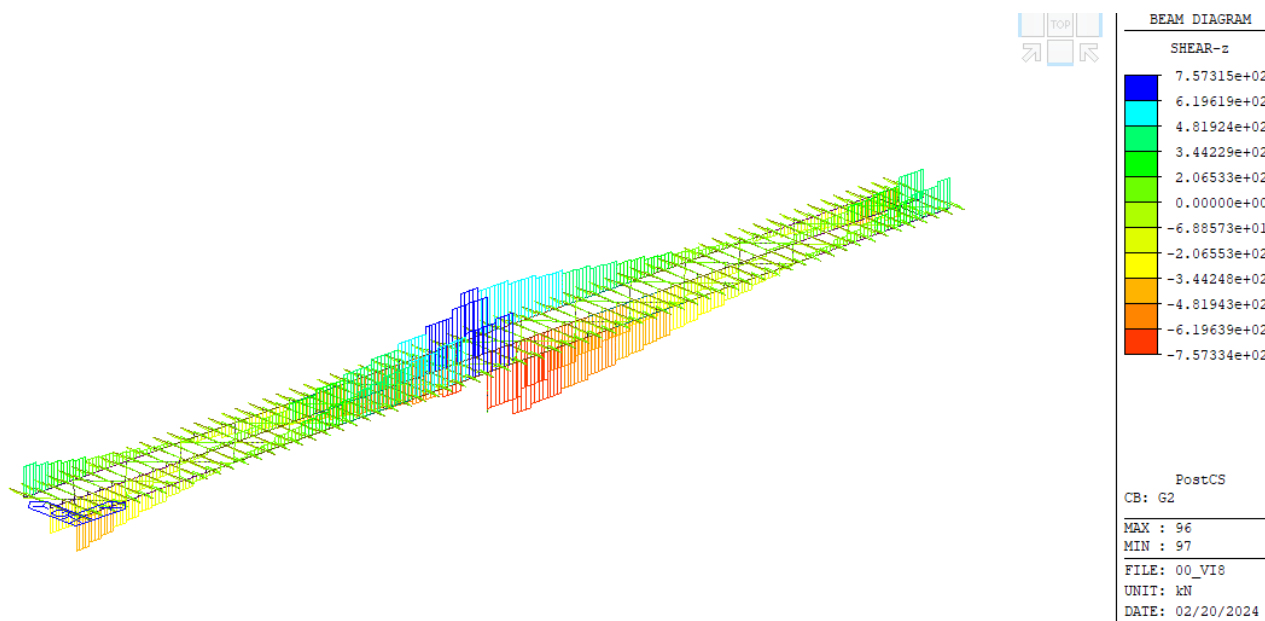


Figure 4 g2 – sforzo di taglio

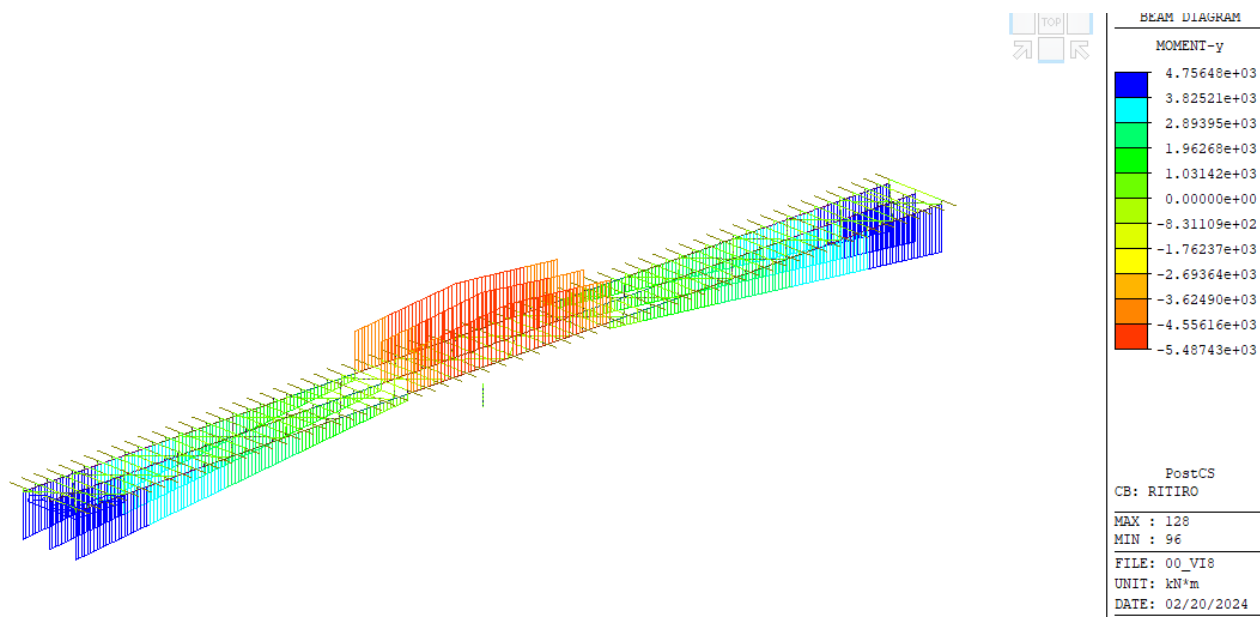


Figure 5 ritiro – momento flettente

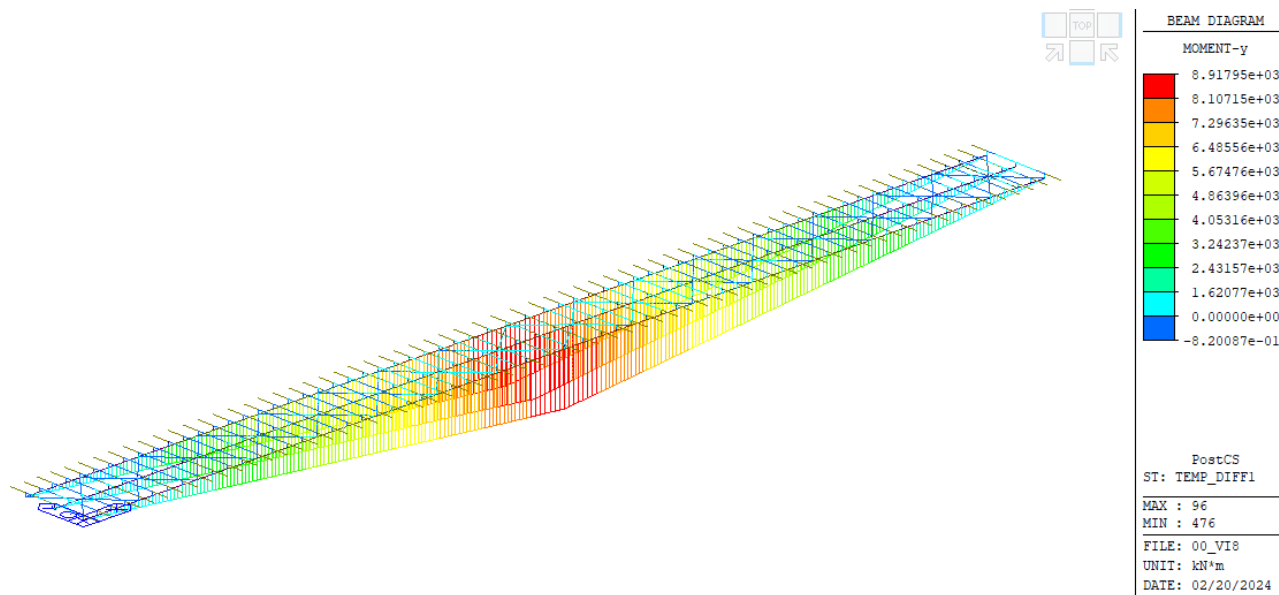


Figure 6 variazione termica positiva – momento flettente

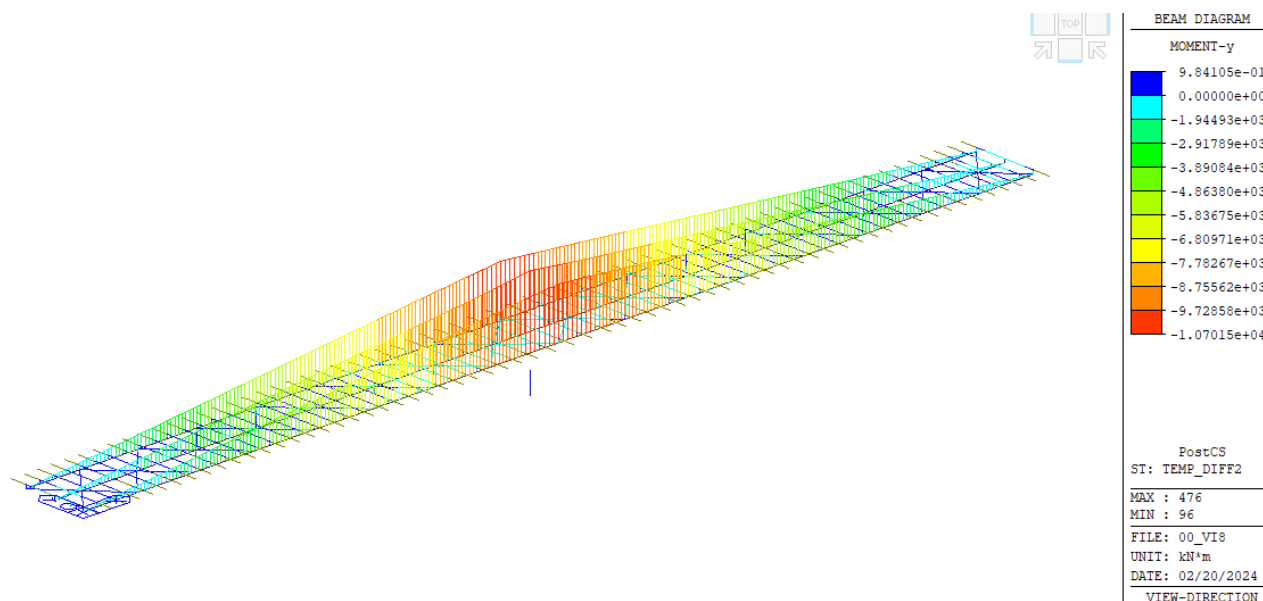


Figure 7 variazione termica negativa – momento flettente

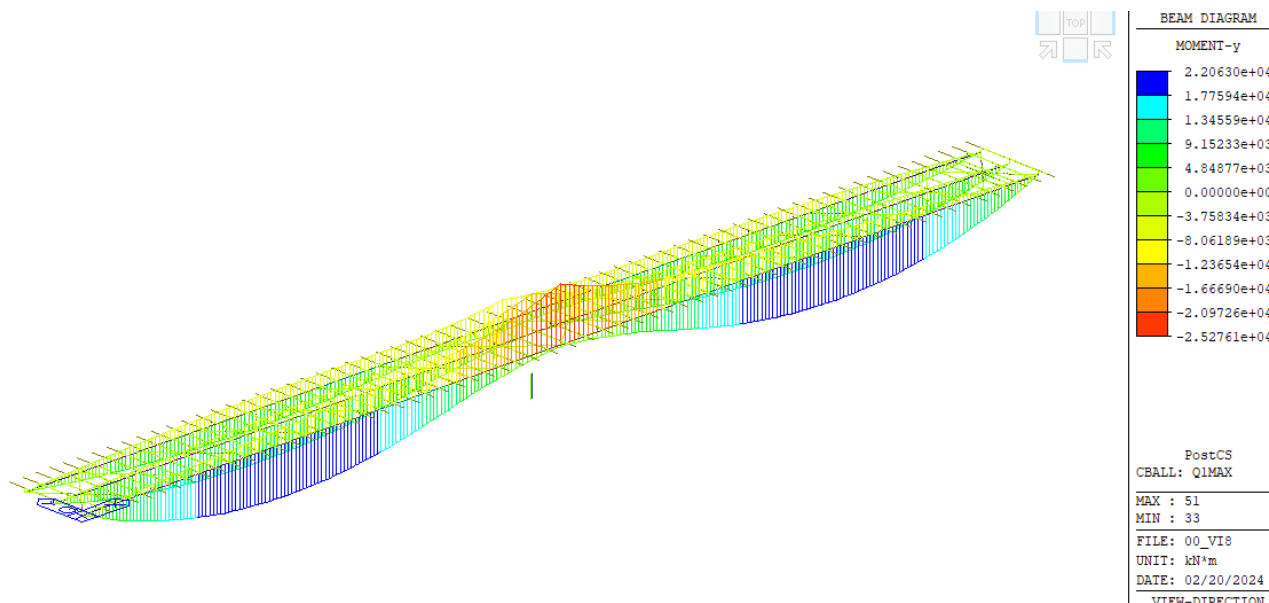


Figure 8 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico – momento flettente

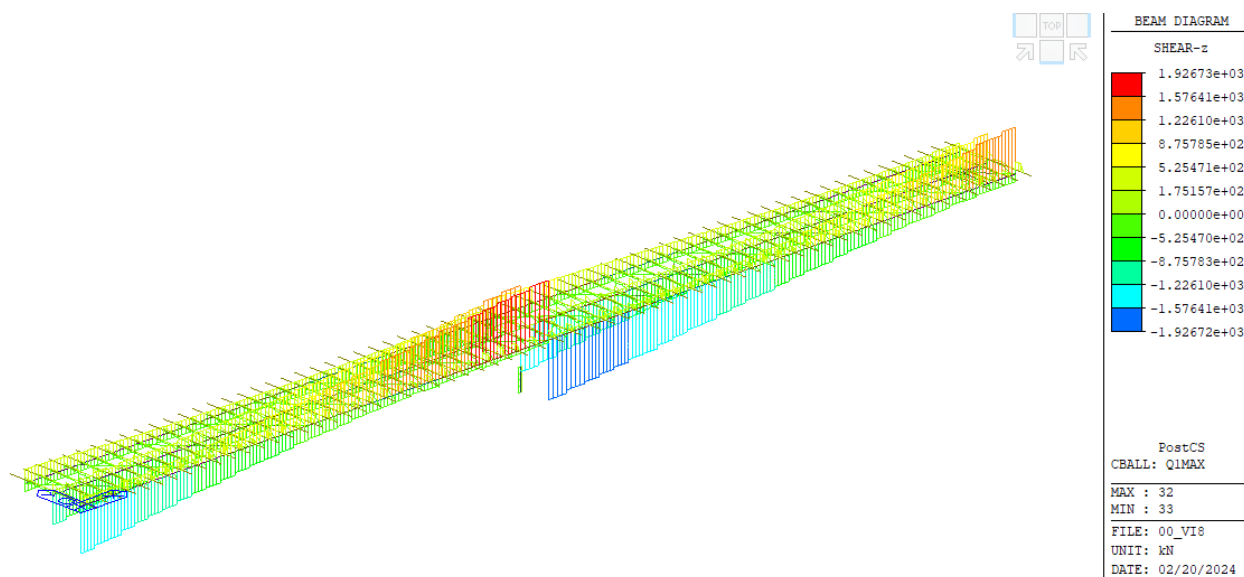


Figure 9 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico – sforzo di taglio

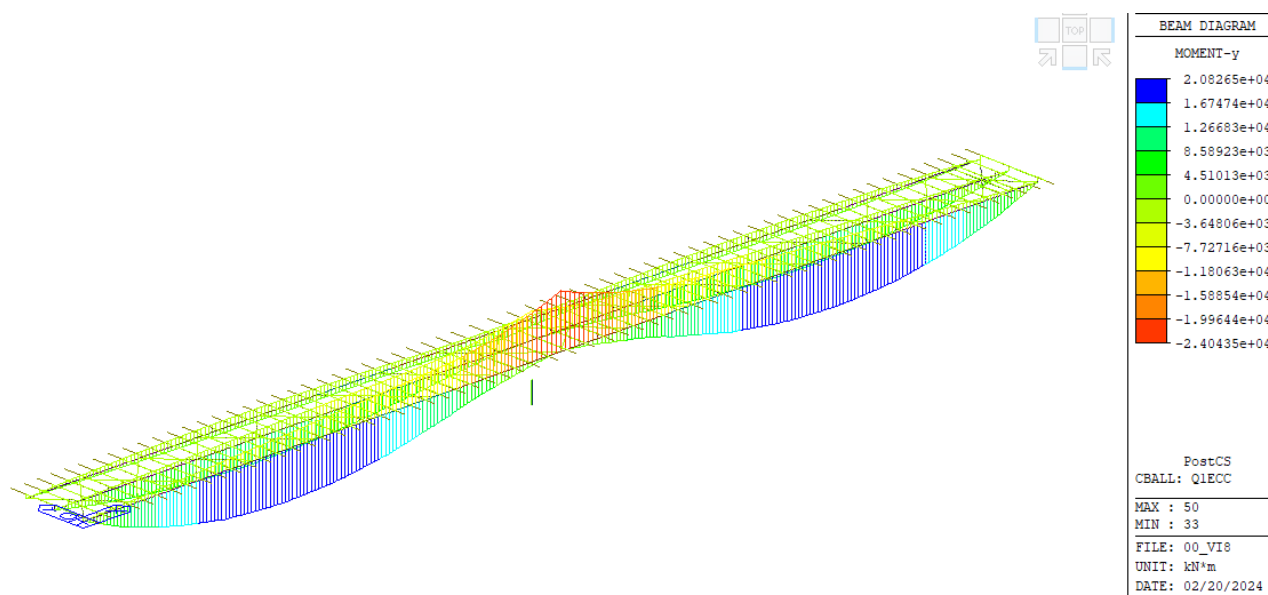


Figure 10 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico eccentrico– momento flettente

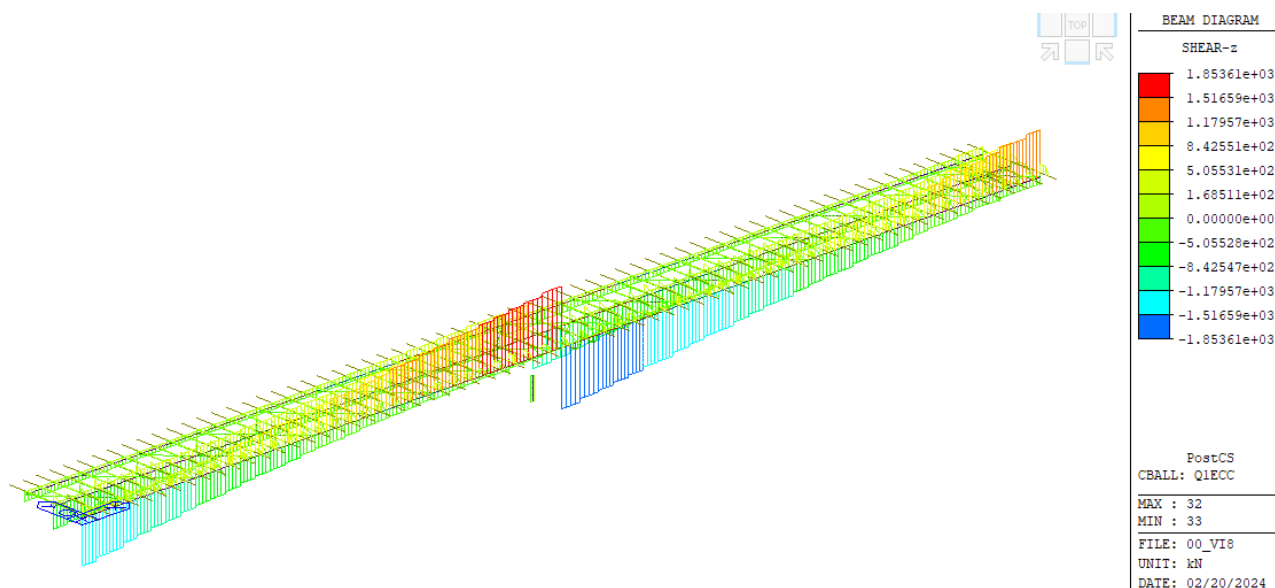


Figure 11 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico eccentrico – sforzo di taglio

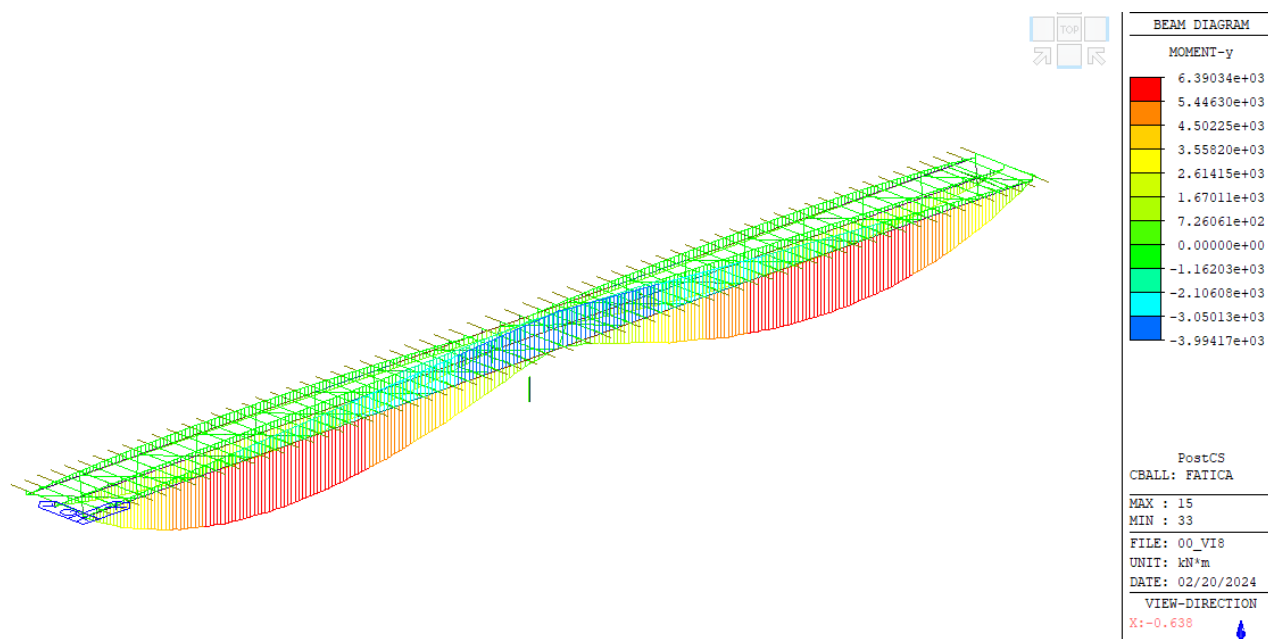


Figure 12 inviluppo dei carichi mobili di fatica – momento flettente

13. ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA

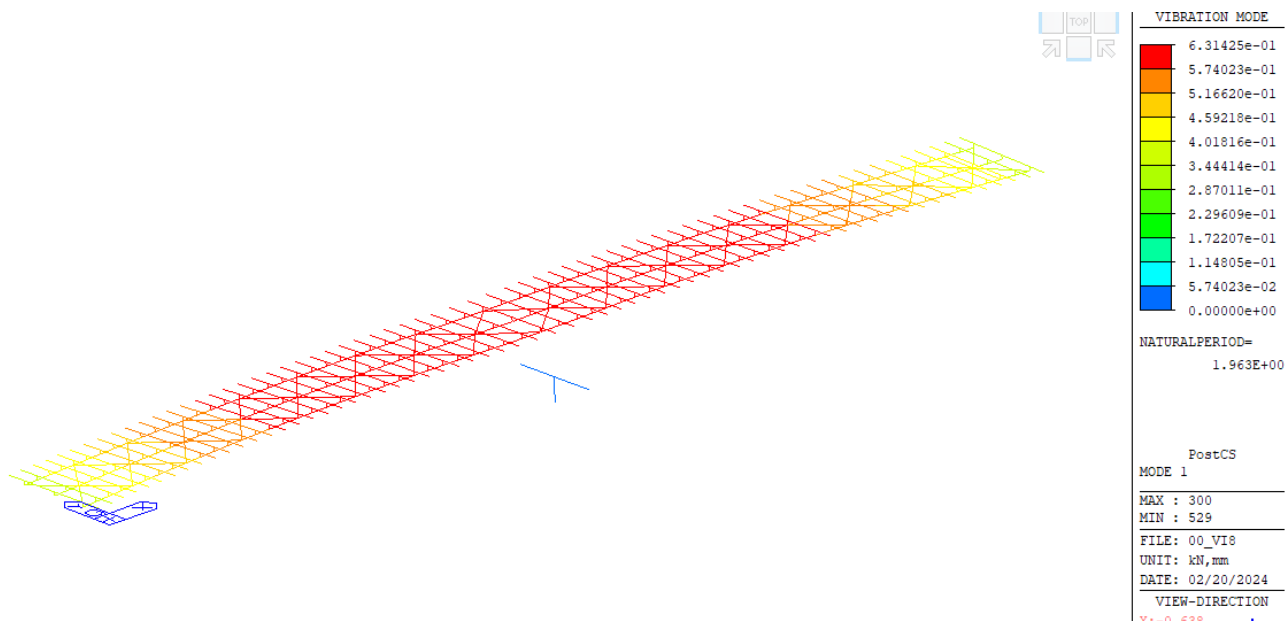
Come indicato nel paragrafo 7.12, l'analisi è stata effettuata tramite la definizione della modifica delle proprietà dei dispositivi di vincolo attraverso le due soglie limiti UBDP (Upper bound design properties) ed LBDB (lower bound design properties),

Rigidezza

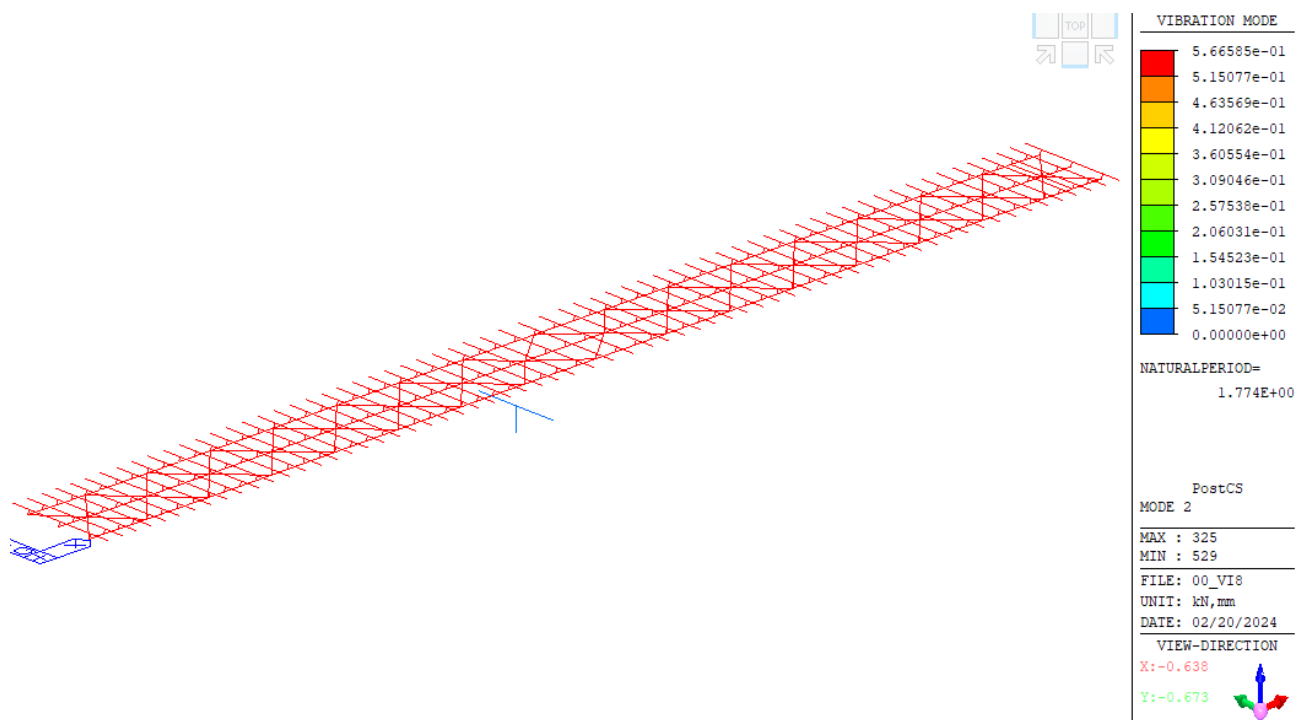
Rigidezza nominale appoggio	3.03 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio LBDB	2.42 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio UBDP	4.545 kN/mm

L'analisi UBDP è associata allo spettro SLV per rendere massima la sollecitazione sulle strutture, La condizione LBDB invece è associata allo spettro SLC per valutare lo spostamento massimo dei dispositivi.

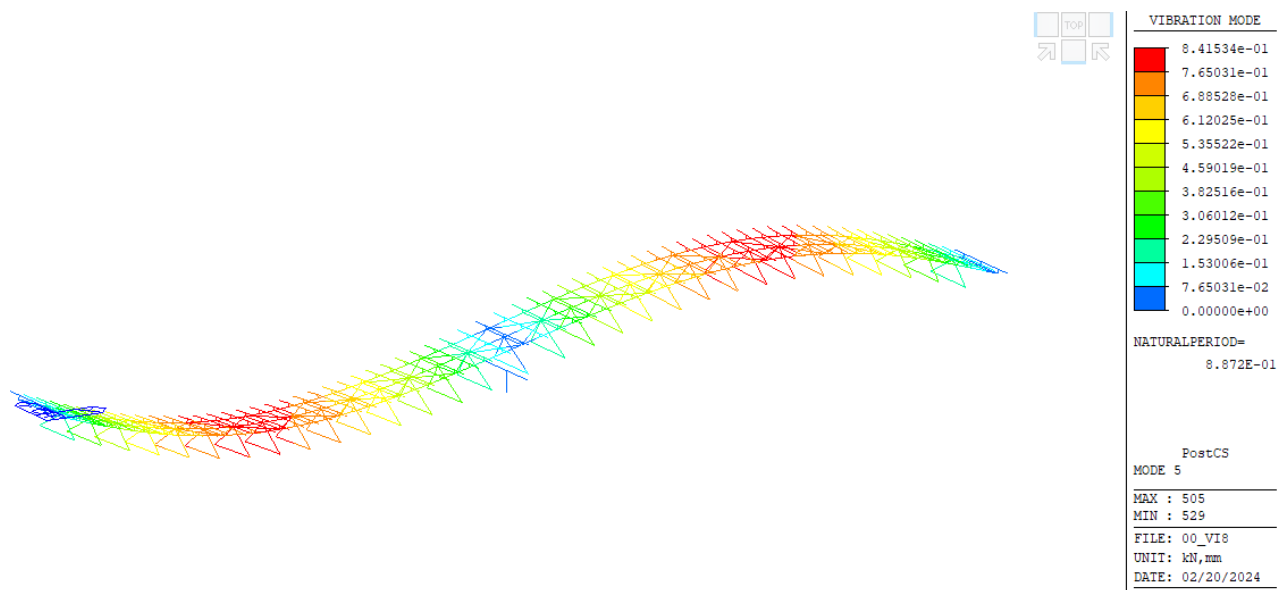
Si illustrano le deformate associate ai modi di vibrare piani più significativi, determinati mediante l'analisi modale:



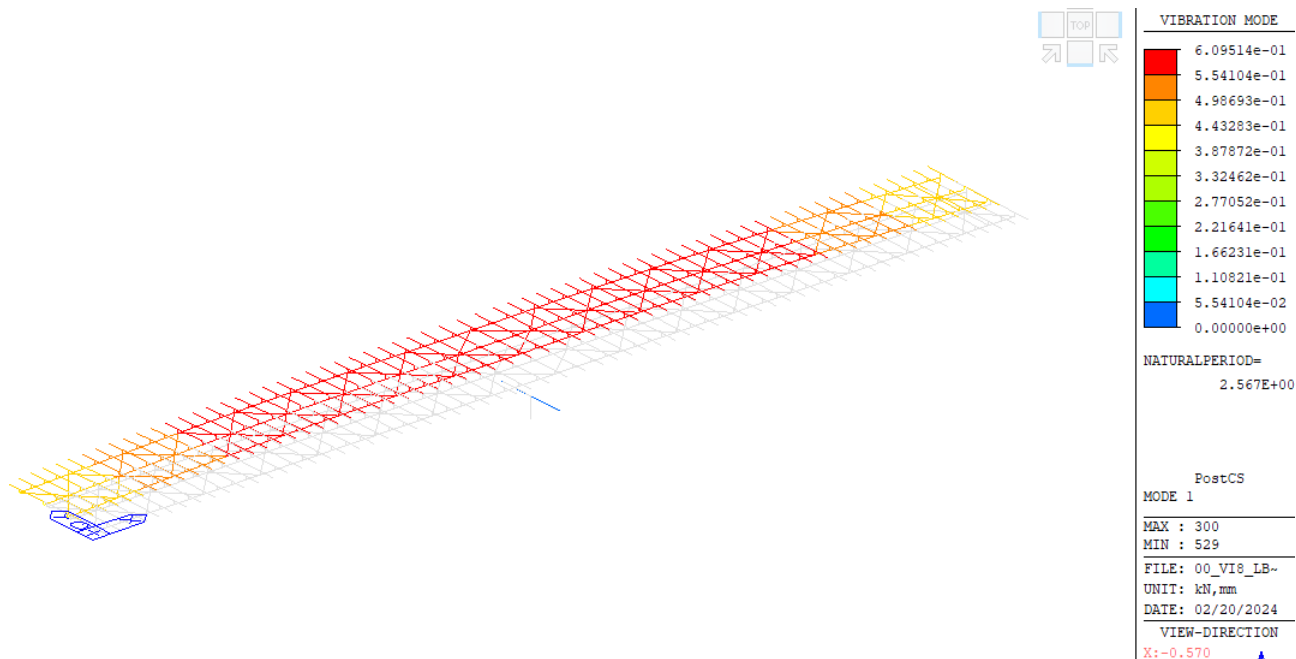
UBDP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=1.963 s



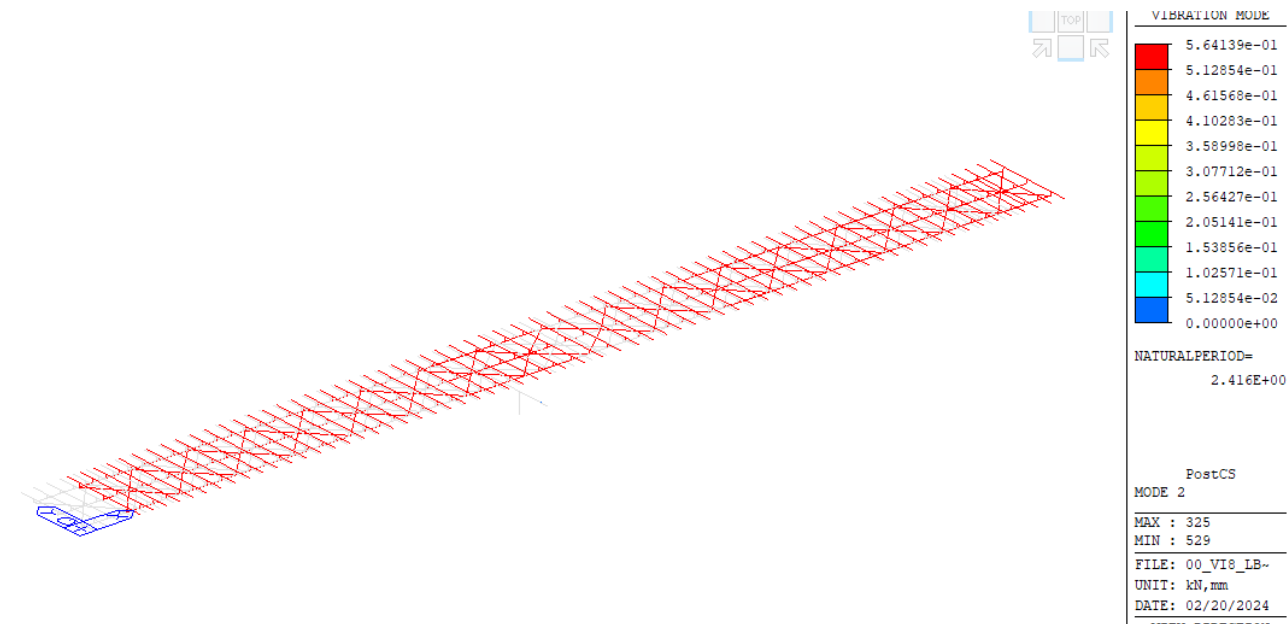
UBDP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=1.774 s



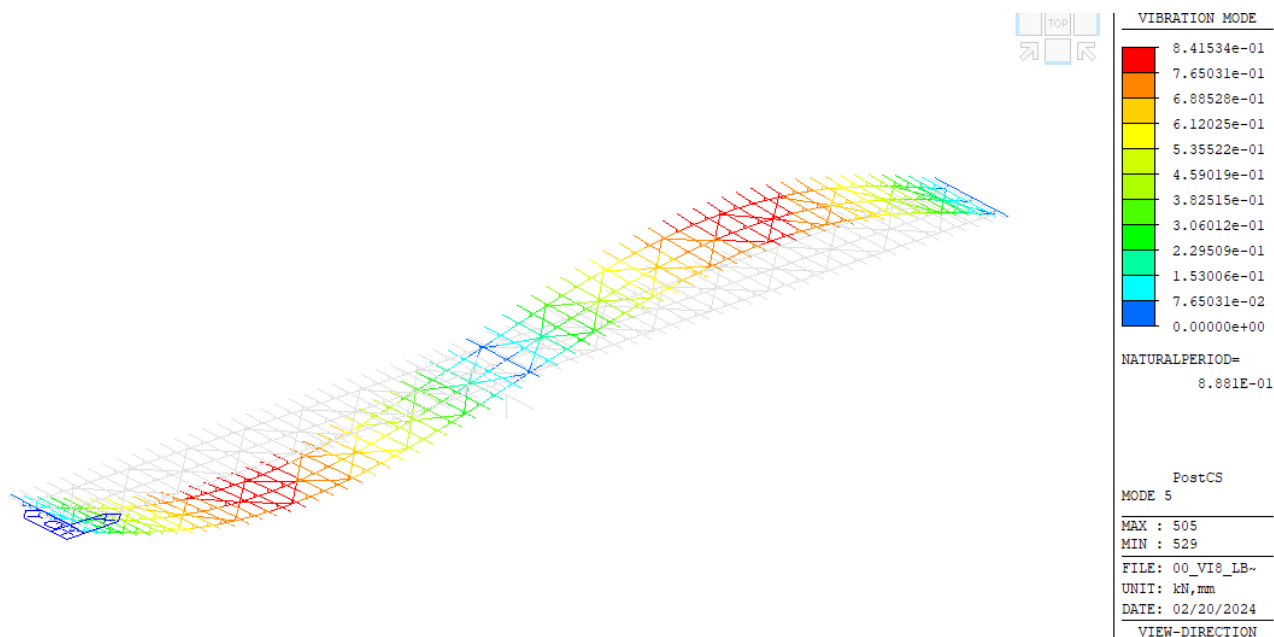
UBDP - Modo di vibrare n.3 - Rotazionale in Z - T=0.88 s



LB DP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=2.567 s



LB DP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=2.416 s



LBDP - Modo di vibrare n.5 - Rotazionale in Z - T=0.88 s

Come prescritto dalle NTC2018 al par.7.3.3.1, si è determinato, tramite calcolo agli autovalori, un numero di modi di vibrare sufficiente da attivare l'85% della massa delle strutture in elevazione.

MODAL F				
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.00	0.00	92.88	92.88
2	94.66	94.66	0.00	92.88
3	0.00	94.66	0.00	92.88
4	0.00	94.66	0.00	92.88
5	0.01	94.66	0.00	92.88
6	0.00	94.66	1.44	94.32
7	0.00	94.66	0.01	94.34
8	0.00	94.66	0.00	94.34
9	0.00	94.66	0.00	94.34
10	0.00	94.66	0.00	94.34
11	0.00	94.66	0.22	94.56
12	0.00	94.66	0.08	94.64
13	0.00	94.66	0.00	94.64
14	0.00	94.66	0.00	94.64
15	0.00	94.66	0.00	94.65
16	0.00	94.66	0.00	94.65
17	0.00	94.66	0.00	94.65
18	0.00	94.66	0.00	94.65
19	0.00	94.66	0.00	94.65
20	0.00	94.66	0.00	94.65
21	0.00	94.66	0.00	94.65
22	0.00	94.66	0.00	94.65
23	0.00	94.66	0.01	94.66
24	0.00	94.66	0.02	94.68
25	0.00	94.66	0.00	94.68
26	0.00	94.66	0.00	94.68
27	0.00	94.66	0.00	94.68
28	0.00	94.66	0.00	94.68
29	0.00	94.66	0.00	94.68
30	0.00	94.66	0.00	94.68

14. APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI

Per la presente opera si adottano isolatori elastomerici, con schema appoggi che prevede l'isolamento delle sottostrutture.

Si riportano le azioni sugli appoggi per le condizioni di carico più significative, gli elementi 1-2-3 si riferiscono alla spalla e 4-5-6 alla pila centrale:

No.	Load	Axial (kN)
1	G1-acciaio	-485
2	G1-acciaio	-483
3	G1-acciaio	-485
4	G1-acciaio	-1473
5	G1-acciaio	-2356
6	G1-acciaio	-1472
1	G1-soletta	-1000
2	G1-soletta	-1016
3	G1-soletta	-1000
4	G1-soletta	-2760
5	G1-soletta	-4456
6	G1-soletta	-2760
1	G2-pavimentazione	-264
2	G2-pavimentazione	-272
3	G2-pavimentazione	-264
4	G2-pavimentazione	-728
5	G2-pavimentazione	-1187
6	G2-pavimentazione	-728
1	G2-cordoli	-157
2	G2-cordoli	-62
3	G2-cordoli	-157
4	G2-cordoli	-406
5	G2-cordoli	-433
6	G2-cordoli	-406
1	G2-barriera	-30
2	G2-barriera	-14
3	G2-barriera	-30
4	G2-barriera	-78
5	G2-barriera	-87
6	G2-barriera	-78
1	G2-accessori	-32
2	G2-accessori	-8
3	G2-accessori	-13
4	G2-accessori	-88
5	G2-accessori	-60

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



6	G2-accessori	-27
1	q1max(min)	-1646
2	q1max(min)	-1019
3	q1max(min)	-492
4	q1max(min)	-3096
5	q1max(min)	-2622
6	q1max(min)	-1030

Tali apparecchi sono stati scelti alla luce dei valori massimi delle reazioni vincolari verticali massime sugli appoggi emersi dal calcolo, e precisamente:

No.	Load	Axial (kN)
1	SLU1(min)	-4399
2	SLU1(min)	-3319
3	SLU1(min)	-3037
4	SLU1(min)	-11392
5	SLU1(min)	-15237
6	SLU1(min)	-8190
1	SLU2(min)	-4255
2	SLU2(min)	-3281
3	SLU2(min)	-2893
4	SLU2(min)	-12102
5	SLU2(min)	-14469
6	SLU2(min)	-8900
1	SLU3(min)	-5060
2	SLU3(min)	-3319
3	SLU3(min)	-2376
4	SLU3(min)	-12194
5	SLU3(min)	-15295
6	SLU3(min)	-7332
1	SLU4(min)	-4915
2	SLU4(min)	-3281
3	SLU4(min)	-2232
4	SLU4(min)	-12903
5	SLU4(min)	-14528
6	SLU4(min)	-8041
1	SLU5(min)	-3683
2	SLU5(min)	-2668
3	SLU5(min)	-2332
4	SLU5(min)	-9164
5	SLU5(min)	-11847
6	SLU5(min)	-5993
1	SLU6(min)	-3539

2	SLU6(min)	-2630
3	SLU6(min)	-2188
4	SLU6(min)	-9874
5	SLU6(min)	-11080
6	SLU6(min)	-6703
1	SLU7(min)	-4344
2	SLU7(min)	-2669
3	SLU7(min)	-1670
4	SLU7(min)	-9966
5	SLU7(min)	-11905
6	SLU7(min)	-5135
1	SLU8(min)	-4200
2	SLU8(min)	-2631
3	SLU8(min)	-1526
4	SLU8(min)	-10676
5	SLU8(min)	-11138
6	SLU8(min)	-5844
1	SLU9(min)	-4812
2	SLU9(min)	-3716
3	SLU9(min)	-3225
4	SLU9(min)	-11923
5	SLU9(min)	-16334
6	SLU9(min)	-9041
1	SLU10(min)	-4668
2	SLU10(min)	-3677
3	SLU10(min)	-3081
4	SLU10(min)	-12633
5	SLU10(min)	-15567
6	SLU10(min)	-9751
1	SLU11(min)	-4097
2	SLU11(min)	-3065
3	SLU11(min)	-2520
4	SLU11(min)	-9695
5	SLU11(min)	-12945
6	SLU11(min)	-6844
1	SLU12(min)	-3953
2	SLU12(min)	-3027
3	SLU12(min)	-2376
4	SLU12(min)	-10405
5	SLU12(min)	-12177
6	SLU12(min)	-7554
1	SLU13(min)	-4869
2	SLU13(min)	-3734
3	SLU13(min)	-3283
4	SLU13(min)	-11688

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



5	SLU13(min)	-16588
6	SLU13(min)	-8806
1	SLU14(min)	-4629
2	SLU14(min)	-3670
3	SLU14(min)	-3042
4	SLU14(min)	-12871
5	SLU14(min)	-15309
6	SLU14(min)	-9989
1	SLU15(min)	-4154
2	SLU15(min)	-3083
3	SLU15(min)	-2577
4	SLU15(min)	-9460
5	SLU15(min)	-13198
6	SLU15(min)	-6609
1	SLU16(min)	-3914
2	SLU16(min)	-3020
3	SLU16(min)	-2337
4	SLU16(min)	-10643
5	SLU16(min)	-11920
6	SLU16(min)	-7792
1	SLU17(min)	-1977
2	SLU17(min)	-2327
3	SLU17(min)	-3050
4	SLU17(min)	-7428
5	SLU17(min)	-12365
6	SLU17(min)	-8718
1	SLU18(min)	-1262
2	SLU18(min)	-1677
3	SLU18(min)	-2344
4	SLU18(min)	-5200
5	SLU18(min)	-8975
6	SLU18(min)	-6521
azione massima		
comb.	SLU13(min)	-16588

Si adottano apparecchi tipo FIP SI N 900-168 ($K_e=3.03$ kN/mm).

Riguardo al dimensionamento dei giunti, si è considerata la combinazione dello spostamento relativo spalla-impalcato e della dilatazione termica lineare combinata al 50% dell'impalcato stesso.

Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	DX+0.3DY	DX+0.3DY	Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	DX+0.3DY	DX+0.3DY	Δtot(mm)	temperatura 50%	Δmax(mm)
640	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	626	sismax	180.5	0.1	181.3	45.9	187.1	16.0	203.1
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	2.9	152.7	57.0	152.7	163.0	16.0	179.1
639	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	623	sismax	180.5	0.1	180.5	46.0	186.3	16.0	202.3
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	0.0	152.8	54.2	152.9	162.2	16.0	178.2
638	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	620	sismax	180.5	0.1	181.4	45.9	187.1	16.0	203.1
	sismay	0.0	0.0	0.1	0.0		sismay	2.9	152.7	57.1	152.7	163.0	16.0	179.0
526	sismax	0.3	0.0	0.3	0.2	523	sismax	180.9	0.0	180.9	60.5	190.4	0.0	190.4
	sismay	0.0	0.5	0.0	0.5		sismay	0.0	201.7	54.3	201.7	208.4	0.0	208.4
525	sismax	0.1	0.0	0.1	0.1	522	sismax	180.9	0.0	180.9	60.5	190.6	0.0	190.6
	sismay	0.0	0.4	0.1	0.4		sismay	0.0	201.5	54.3	201.5	208.4	0.0	208.4
524	sismax	0.3	0.0	0.3	0.2	521	sismax	180.9	0.0	180.9	60.5	190.5	0.0	190.5
	sismay	0.0	0.5	0.0	0.5		sismay	0.0	201.7	0.0	201.7	201.2	0.0	201.2

Si è pertanto ottenuto sulla spalla:

$$\delta_{\text{SIS}} = \pm 187.1 \text{ mm} \quad \text{SISMA SLC}$$

$$0.50 \times \delta_T = \pm 16 \text{ mm}$$

da cui:

$$\delta_{\text{TOT}} = \delta_{\text{SIS}} + 0.50\delta_T = 187.1 + 16 = \pm 203 \text{ mm}$$

Sulla pila lo spostamento max risulta pari a 208.4mm

Si adottano pertanto giunti con capacità di scorrimento superiore a $\pm 300\text{mm}$.

15. STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO

Analizzando i valori degli spostamenti verticali delle travi principali dell'impalcato, si ottiene:

$$\delta_{z2} = 104\text{mm} < L/400 = 176\text{mm} \quad (\text{solli carichi da traffico})$$

spostamenti compatibili con la tipologia di struttura in esame.

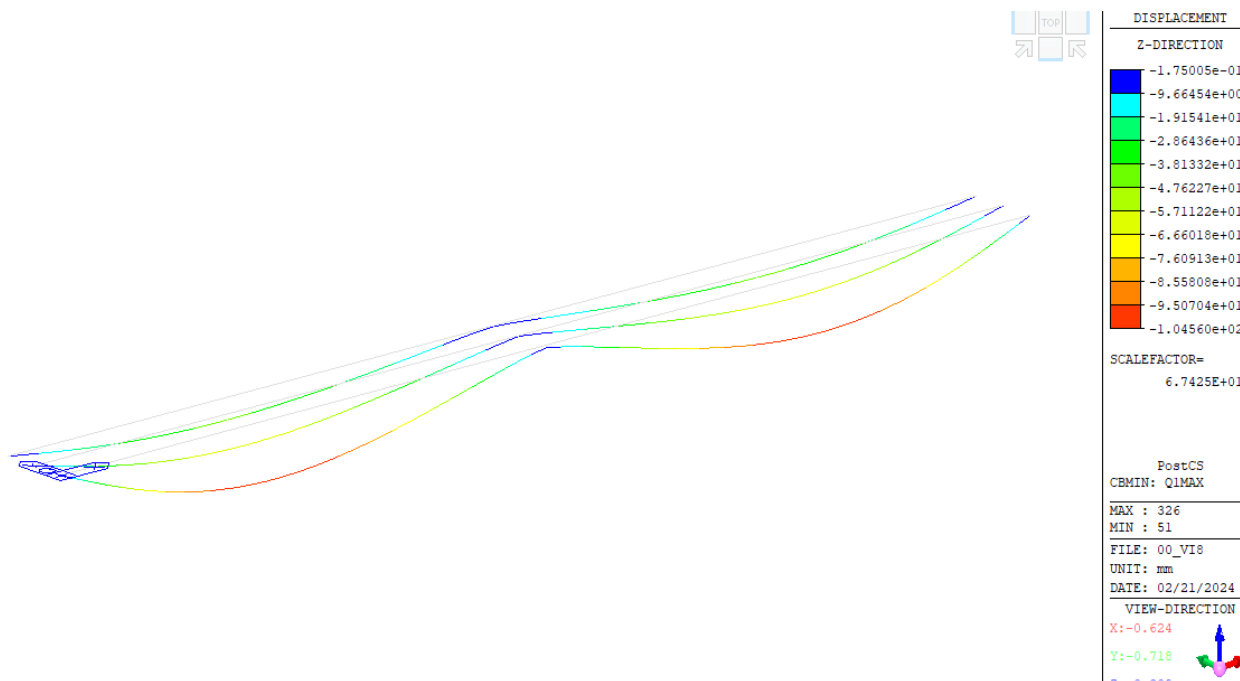


Figura 6 DZ2 Carichi traffico

16. VERIFICHE STRUTTURALI

Nei seguenti paragrafi si riportano i risultati delle verifiche agli SLU effettuate per gli elementi caratteristici dei conci strutturali che compongono la travata.

Per effettuare la verifica, viene prima fatta la classificazione della sezione in funzione della loro capacità rotazionale C_θ definita come:

$$C_\theta = \frac{\theta_r}{\theta_y} - 1$$

essendo θ_r e θ_y le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento. Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

Classe1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 3$;

Classe2: la sezione può sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma ha una capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 1,5$;

Classe3: sono quelle sezioni trasversali dove la fibra d'acciaio estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale può impedire il raggiungimento del momento resistente plastico;

Classe4: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La definizione delle classi viene fornita dalla NTC2018 e nel caso di una sezione composta, la classificazione è funzione della classe più sfavorevole relativa alle varie parti che la compongono (piattabanda superiore, inferiore e pannello d'anima). Questa classificazione delle sezioni trasversali dipende dalla proporzione di ciascuno dei suoi elementi compressi e dallo stato tensionale; quindi dai rapporti geometrici tra la larghezza e lo spessore per tutti gli elementi costituenti i conci di acciaio dell'impalcato si ricava il coefficiente adimensionale che consentirà di stabilire la classe di appartenenza dei vari elementi.

La tipologia di verifica da eseguire dipende dalla classificazione della sezione:

- Per le classi 1 e 2 si esegue una verifica plastica;
- Per la classe 3 si esegue una verifica elastica con la geometria reale della sezione;
- Per la classe 4 si esegue una verifica elastica con la geometria efficace della sezione;

Nell'eventualità in cui la sezione sia passibile di fenomeni di instabilità locale (classe 4), tali effetti vengono implicitamente incorporati nella definizione della cosiddetta "geometria efficace" della sezione. Non è quindi più richiesto dalla norma il rispetto di criteri geometrico/tensionali (si veda

procedura illustrata in UNI EN 1993-1-5:2007). Per le sezioni ricadenti in classe 3 o inferiore il fenomeno è scongiurato, poiché la sezione è in grado di raggiungere il almeno il momento resistente elastico della intera sezione senza decurtazioni.

16.1. VERIFICA DI RESISTENZA

Si riportano di seguito delle tabelle sintetiche di verifica, per i conci più significativi di mezzeria di campata e in appoggio viene riportata la verifica estesa.

La dicitura delle condizioni di azioni è la seguenti

- g1 peso proprio delle strutture
- g2 carichi permanenti portati
- Cedimenti distorsioni di progetto
- Ritiro ritiro del calcestruzzo
- dt variazioni termiche differenziali: Acciaio-clas.
- $\epsilon 4$ effetti viscosi
- Cedimenti cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 : carichi mobili
- freno: azioni longitudinali di frenamento
- vento azioni del vento

Si riportano di seguito le combinazioni di verifica adottate:

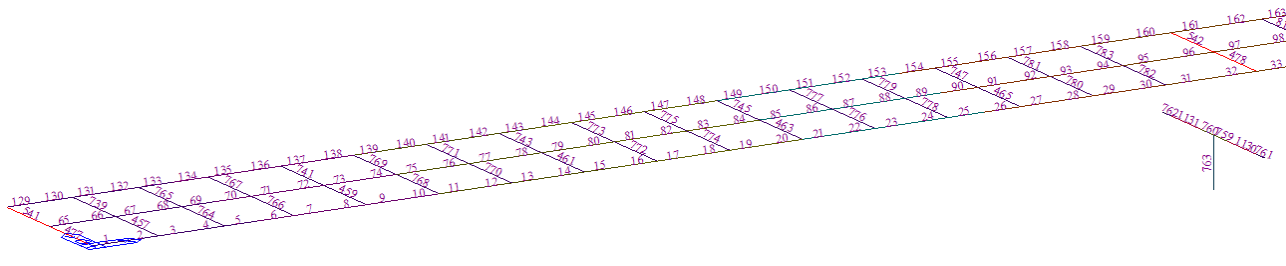
```
NAME=SLU1, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, vento, 0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU2, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, vento, 0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU3, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, vento, -0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU4, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, vento, -0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU5, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, 0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU6, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, 0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU7, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, -0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU8, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, -0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU9, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, dt1, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU10, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, dt2, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU11, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
```

```

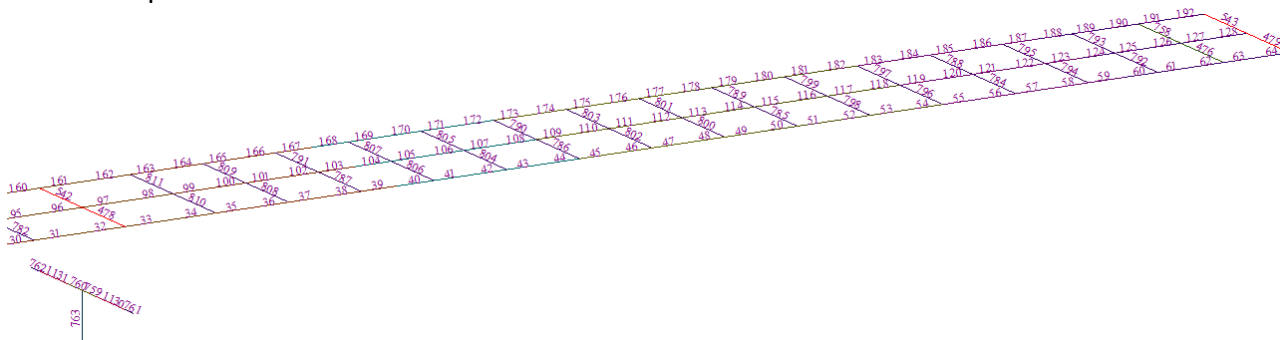
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, dt1, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU12, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, dt2, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU13, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, dt1, 1.5, CBS, qlmax, 1.35
NAME=SLU14, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, dt2, 1.5, CBS, qlmax, 1.35
NAME=SLU15, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, dt1, 1.5, CBS, qlmax, 1.35
NAME=SLU16, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, dt2, 1.5, CBS, qlmax, 1.35
NAME=SLU17, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, vento, 1.5
NAME=SLU18, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, 1.5
NAME=SLE1_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, 0.6, CBS, dt1, 0.6, CBS, qlmax, 1
NAME=SLE2_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, 0.6, CBS, dt2, 0.6, CBS, qlmax, 1
NAME=SLE3_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, -0.6, CBS, dt1, 0.6, CBS, qlmax, 1
NAME=SLE4_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, vento, -0.6, CBS, dt2, 0.6, CBS, qlmax, 1
NAME=SLE1_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.6
MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBS, vento, 0.2
NAME=SLE2_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.6
MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4
CBS, vento, 0.2
NAME=SLE3_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.6
MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBS, vento, 0.2
NAME=SLE4_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.6
MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4
CBS, vento, 0.2
NAME=SLE1_QP, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.5
NAME=SLE2_QP, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.5

```

Si riportano di seguito le schermate con la posizione degli elementi di impalcato.



Prima campata



Seconda campata

La travata più sollecitata ha una numerazione da 1 a 64.

Per la simmetria della struttura le sezioni di verifica sono state limitate alla sezione 32

16.1.1. VERIFICA A FLESSIONE

Si riporta una tabella sintetica della verifica di resistenza flessione per le sezioni significative dei conci strutturali che compongono la travata con valutazione del tasso di sfruttamento della sezione.

Elem	Part	Positive/Negative	Lcom	Type	Top Class	Bot Class	Web Class	Sect. Class	Ma,Ed (kN*m)	Mc,Ed (kN*m)	Mpl,Rd (kN*m)	Mel,Rd (kN*m)	M_Rd (kN*m)	Sezione	(Ma,ed + Mc,ed)/M_Rd	(Ma,ed + Mc,ed)/Mel_Rd
1	I[1]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	I[1]	Pos	SLU9	MY-MAX	1	1	1	1	-76	6079	68860	55863	68860	C 1	0.09	0.11
1	J[2]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	J[2]	Pos	SLU9	MY-MAX	1	1	1	1	3378	11132	68860	54622	68860	C 1	0.21	0.27
2	I[2]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	I[2]	Pos	SLU9	MY-MAX	1	1	1	1	3379	11132	68860	54622	68860	C 1	0.21	0.27

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

cooprogetti

engeko

Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

2	J[3]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	J[3]	Pos	SLU9	MY-MAX	1	1	1	1	6514	15815	68860	53496	68860	C 1	0.32	0.42	
3	I[3]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
3	I[3]	Pos	SLU9	MY-MAX	1	1	1	1	6514	15796	68860	53496	68860	C 1	0.32	0.42	
3	J[4]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
3	J[4]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	9331	20591	68860	52484	68860	C 1	0.43	0.57	
4	I[4]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	I[4]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	9331	20591	68860	52484	68860	C 1	0.43	0.57	
4	J[5]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	J[5]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	11828	24430	68860	51587	68860	C 1	0.53	0.70	
5	I[5]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	I[5]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	11721	24253	68860	51626	68860	C 1	0.52	0.70	
5	J[6]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	J[6]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	13877	27753	68860	50851	68860	C 1	0.60	0.82	
6	I[6]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
6	I[6]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	13857	27688	78318	62185	78318	C 2	0.53	0.67	
6	J[7]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
6	J[7]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	15871	31456	78318	61429	78318	C 2	0.60	0.77	
7	I[7]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
7	I[7]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	15871	31444	78318	61429	78318	C 2	0.60	0.77	
7	J[8]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
7	J[8]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	17528	34547	78318	60808	78318	C 2	0.66	0.86	
8	I[8]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
8	I[8]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	17528	34547	78318	60808	78318	C 2	0.66	0.86	
8	J[9]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
8	J[9]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	18821	36953	78318	60323	78318	C 2	0.71	0.92	
9	I[9]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
9	I[9]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	18778	36828	78318	60339	78318	C 2	0.71	0.92	
9	J[10]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
9	J[10]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	19680	39046	78318	60001	78318	C 2	0.75	0.98	
10	I[10]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
10	I[10]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	19681	39047	78318	60000	78318	C 2	0.75	0.98	
10	J[11]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14977	-441	53019	43236	43236	C 2	0.34	0.34	
10	J[11]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20219	41108	78318	59798	78318	C 2	0.78	1.03	

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

11	I[11]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14969	-376	67616	58632	58632	C 3	0.25	0.25
11	I[11]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20209	41024	93739	72515	93739	C 3	0.65	0.84
11	J[12]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	15103	-1354	67616	58632	58632	C 3	0.23	0.23
11	J[12]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20389	42091	93739	72457	93739	C 3	0.67	0.86
12	I[12]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	15103	-1354	67616	58632	58632	C 3	0.23	0.23
12	I[12]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20389	42091	93739	72457	93739	C 3	0.67	0.86
12	J[13]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14967	-2433	67616	58632	58632	C 3	0.21	0.21
12	J[13]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20206	42775	93739	72516	93739	C 3	0.67	0.87
13	I[13]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14992	-2386	67616	58632	58632	C 3	0.22	0.22
13	I[13]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	20239	42732	93739	72505	93739	C 3	0.67	0.87
13	J[14]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14561	-3455	67616	58632	58632	C 3	0.19	0.19
13	J[14]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	19658	43428	93739	72693	93739	C 3	0.67	0.87
14	I[14]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	14561	-3455	67616	58632	58632	C 3	0.19	0.19
14	I[14]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	19658	43428	93739	72693	93739	C 3	0.67	0.87
14	J[15]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	13861	-4626	67616	58632	58632	C 3	0.16	0.16
14	J[15]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	18713	43492	93739	72998	93739	C 3	0.66	0.85
15	I[15]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	13862	-4622	67616	58632	58632	C 3	0.16	0.16
15	I[15]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	18713	43494	93739	72998	93739	C 3	0.66	0.85
15	J[16]	Ne g	SLU7	FX-MIN	1	1	3	2	12888	-408	60308	60324	60308	C 3	0.21	0.21
15	J[16]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	17399	42925	93739	73422	93739	C 3	0.64	0.82
16	I[16]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	12877	-5853	73195	64051	64051	C 4	0.11	0.11
16	I[16]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	17384	42887	100669	73007	100669	C 4	0.60	0.83
16	J[17]	Ne g	SLU7	MZ-MAX	1	1	3	2	11634	-765	59590	66333	59590	C 4	0.18	0.16
16	J[17]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	15706	42002	100669	73640	100669	C 4	0.57	0.78
17	I[17]	Ne g	SLU7	MZ-MAX	1	1	3	2	11706	-945	59590	66333	59590	C 4	0.18	0.16
17	I[17]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	15803	42063	100669	73604	100669	C 4	0.57	0.79
17	J[18]	Ne g	SLU7	MZ-MAX	1	1	3	2	10169	-1794	59590	66333	59590	C 4	0.14	0.13
17	J[18]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	13728	41097	100669	74387	100669	C 4	0.54	0.74
18	I[18]	Ne g	SLU7	MZ-MAX	1	1	3	2	10169	-1794	59590.1	66332.7	59590.1	C 4	0.14	0.13
18	I[18]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	13728	41097	100669.4	74386.6	100669	C 4	0.54	0.74
18	J[19]	Ne g	SLU3	MZ-MAX	1	1	3	2	11289	-515.5	59590.1	66332.7	59590.1	C 4	0.18	0.16
18	J[19]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	11289	39403	100669.4	75306.9	100669	C 4	0.50	0.67
19	I[19]	Ne g	SLU3	FY-MAX	1	1	3	2	11289	-510.2	59590.1	66332.7	59590.1	C 4	0.18	0.16
19	I[19]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	11289	39417	100669.4	75306.9	100669	C 4	0.50	0.67

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

19	J[20]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	8467	-9802	73195.46	64051.5	64051.5	C 4	0.02	0.02
19	J[20]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8467	37170	100669.4	76371.5	100669	C 4	0.45	0.60
20	I[20]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	8467	-9802	73195.46	64051.5	64051.5	C 4	0.02	0.02
20	I[20]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8467	37170	100669.4	76371.4	100669	C 4	0.45	0.60
20	J[21]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	3912	13242	73195.46	57943.5	57943.5	C 4	0.16	0.16
20	J[21]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5282	34855	100669.4	77573.4	100669	C 4	0.40	0.52
21	I[21]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	4038	13223	83656.87	63974.3	63974.3	C 5	0.14	0.14
21	I[21]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5452	34952	115399.7	88553.2	115400	C 5	0.35	0.46
21	J[22]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	1384	14884	83656.87	64509.6	64509.6	C 5	0.21	0.21
21	J[22]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1869	32420	115399.7	89900	115400	C 5	0.30	0.38
22	I[22]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	1385	14885	83656.87	64509.6	64509.6	C 5	0.21	0.21
22	I[22]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1869	32420	115399.7	89899.9	115400	C 5	0.30	0.38
22	J[23]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	-1539	16647	83656.87	64712.1	64712.1	C 5	0.28	0.28
22	J[23]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-2077	29005	115399.7	91383.4	115400	C 5	0.23	0.29
23	I[23]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	-1539	16658	83656.87	64712.1	64712.1	C 5	0.28	0.28
23	I[23]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-2078	29031	115399.7	91383.7	115400	C 5	0.23	0.29
23	J[24]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	-6410	18377	83656.87	64467	64467	C 5	0.38	0.38
23	J[24]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-4748	24933	115399.7	92387.5	115400	C 5	0.17	0.22
24	I[24]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	-6411	18377	83656.87	64466.9	64466.9	C 5	0.38	0.38
24	I[24]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-4749	24933	115399.7	92387.6	115400	C 5	0.17	0.22
24	J[25]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	11106	20872	83656.87	64228.8	64228.8	C 5	0.50	0.50
24	J[25]	Pos	SLU1	FX-MAX	1	4	3	4	11106	16189	115399.7	119496	119496	C 5	0.04	0.04
25	I[25]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	11070	20975	83656.87	64233.6	64233.6	C 5	0.50	0.50
25	I[25]	Pos	SLU1	MZ-MIN	1	4	3	4	11070	16257	115399.7	119496	119496	C 5	0.04	0.04
25	J[26]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	16123	23582	83656.87	63977.3	63977.3	C 5	0.62	0.62
25	J[26]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	4	3	4	16123	17987	115399.7	119496	119496	C 5	0.02	0.02
26	I[26]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	16171	29173	151365.7	114137	114137	C 6	0.40	0.40
26	I[26]	Pos	SLU4	FX-MAX	1	2	3	2	16171	803.7	186217.1	149977	186217	C 6	0.08	0.10
26	J[27]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	21584	32316	151365.7	112612	112612	C 6	0.48	0.48
26	J[27]	Pos	SLU3	MZ-MIN	1	2	3	2	21584	2036	186217.1	149977	186217	C 6	0.10	0.13
27	I[27]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	21586	32325	151365.7	112611	112611	C 6	0.48	0.48
27	I[27]	Pos	SLU3	MZ-MIN	1	2	3	2	21586	1968	186217.1	149977	186217	C 6	0.11	0.13
27	J[28]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	27280	36019	151365.7	111006	111006	C 6	0.57	0.57
27	J[28]	Pos	SLU7	FX-MAX	1	2	3	2	20208	2570	186217.1	149977	186217	C 6	0.09	0.12

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



28	I[28]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	27281	36019	151365.7	111006	111006	C 6	0.57	0.57
28	I[28]	Pos	SLU7	FX-MAX	1	2	3	2	20208	2568	186217.1	149977	186217	C 6	0.09	0.12
28	J[29]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	33331	40320	151365.7	109301	109301	C 6	0.67	0.67
28	J[29]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	2	4	4	24690	3403	177921	153091	153091	C 6	0.14	0.14
29	I[29]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	33318	40279	151365.7	109306	109306	C 6	0.67	0.67
29	I[29]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	2	4	4	24680	3466	177921	153091	153091	C 6	0.14	0.14
29	J[30]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	39514	44986	151365.7	107560	107560	C 6	0.79	0.79
29	J[30]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	2345	177921	147926	177921	C 6	0.01	0.02
30	I[30]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	39515	44986	151365.7	107559	107559	C 6	0.79	0.79
30	I[30]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	2346	177921	147926	177921	C 6	0.01	0.02
30	J[31]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	46059	50289	151365.7	105715	105715	C 6	0.91	0.91
30	J[31]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	2723	177921	147926	177921	C 6	0.02	0.02
31	I[31]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	46038	50277	189317.1	147901	147901	C 7	0.65	0.65
31	I[31]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	2723	186742.7	154315	186743	C 7	0.01	0.02
31	J[32]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	54260	57629	189317.1	147396	147396	C 7	0.76	0.76
31	J[32]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	3173	186742.7	154315	186743	C 7	0.02	0.02
32	I[32]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	54261	57630	189317.1	147396	147396	C 7	0.76	0.76
32	I[32]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	3174	186742.7	154315	186743	C 7	0.02	0.02
32	J[33]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	4	4	62946	65906	189317.1	140783	140783	C 7	0.92	0.92
32	J[33]	Pos	sismaz	-	1	1	1	1	0	3625	186742.7	154315	186743	C 7	0.02	0.02

16.1.2. VERIFICA A SFORZO DI TAGLIO

La verifica al taglio viene effettuata secondo la seguente formulazione>

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (3.43)$$

EN1994-2:
6.2.2.3
EN1993-1-1
(5.1)

Elem	Part	Lcom	Type	Top Class	Bot Class	Web Class	Sect. Class	N_Ed (kN)	M_Ed (kN*m)	V_Ed (kN)	Vpl,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	Sezione	(V_ed)/Vb_rd	
1	I[1]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	472	5548	-4447	17006	10031	C1	0.44	ok
1	J[2]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	472	36321	-4394	17006	10031	C1	0.44	ok
2	I[2]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	475	36139	-4060	17006	10031	C1	0.40	ok
2	J[3]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	475	64526	-4007	17006	10031	C1	0.40	ok
3	I[3]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	462	64327	-3853	17006	10031	C1	0.38	ok
3	J[4]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	462	90227	-3801	17006	10031	C1	0.38	ok
4	I[4]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	459	89319	-3434	17006	10031	C1	0.34	ok
4	J[5]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	459	112304	-3382	17006	10031	C1	0.34	ok
5	I[5]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	671	110622	-3098	17006	10031	C1	0.31	ok
5	J[6]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	671	130719	-3046	17006	10031	C1	0.30	ok
6	I[6]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	667	138464	-2754	15987	8156	C2	0.34	ok
6	J[7]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	667	158785	-2696	15987	8156	C2	0.33	ok
7	I[7]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	642	157402	-2520	15987	8156	C2	0.31	ok
7	J[8]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	642	174653	-2462	15987	8156	C2	0.30	ok
8	I[8]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	633	173138	-2134	15987	8156	C2	0.26	ok
8	J[9]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	633	186948	-2077	15987	8156	C2	0.25	ok
9	I[9]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	752	184715	-1812	15987	8156	C2	0.22	ok
9	J[10]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	752	195021	-1755	15987	8156	C2	0.22	ok
10	I[10]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	737	193953	-1527	15987	8156	C2	0.19	ok
10	J[11]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	737	201036	-1469	15987	8156	C2	0.18	ok
11	I[11]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	704	165059	-1261	18240	8500	C3	0.15	ok
11	J[12]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	704	168704	-1204	18240	8500	C3	0.14	ok
12	I[12]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-334	154883	1035	18240	8500	C3	0.12	ok
12	J[13]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-334	151590	1093	18240	8500	C3	0.13	ok
13	I[13]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-364	154618	1307	18240	8500	C3	0.15	ok
13	J[14]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-364	148530	1365	18240	8500	C3	0.16	ok
14	I[14]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-334	150967	1662	18240	8500	C3	0.20	ok
14	J[15]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-334	142092	1719	18240	8500	C3	0.20	ok
15	I[15]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-308	144932	1912	18240	8500	C3	0.22	ok
15	J[16]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-308	133469	1969	18240	8500	C3	0.23	ok
16	I[16]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-289	142518	2232	20494	8789	C4	0.25	ok
16	J[17]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-289	127622	2290	20494	8789	C4	0.26	ok
17	I[17]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-359	130876	2517	20494	8789	C4	0.29	ok
17	J[18]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-359	112990	2575	20494	8789	C4	0.29	ok
18	I[18]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-335.53	115496	2884	20494	8789	C4	0.33	ok
18	J[19]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-335.53	94641	2942	20494	8789	C4	0.33	ok
19	I[19]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-312.53	96462	3142	20494	8789	C4	0.36	ok
19	J[20]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-312.53	72763	3200	20494	8789	C4	0.36	ok
20	I[20]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-297.24	74720	3478	20494	8789	C4	0.40	ok

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



20	J[21]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-297.24	48117	3536	20494	8789	C4	0.40	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-400.62	48970	3772	22656	9026	C5	0.42	ok
21	J[22]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-400.62	21099	3830	22656	9026	C5	0.42	ok
22	I[22]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-384.32	23298	4150	22656	9026	C5	0.46	ok
22	J[23]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-384.32	7393.1	4208	22656	9026	C5	0.47	ok
23	I[23]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-365.42	5973.9	4419	22656	9026	C5	0.49	ok
23	J[24]	SLU14	FZ-MAX	1	4	4	4	-365.42	42923	4476	22656	9026	C5	0.50	ok
24	I[24]	SLU14	FZ-MAX	1	4	3	4	-356.22	41155	4761	22656	9026	C5	0.53	ok
24	J[25]	SLU14	FZ-MAX	1	4	4	4	-356.22	16386	4819	22656	9026	C5	0.53	ok
25	I[25]	SLU14	FZ-MAX	1	4	4	4	-481.02	14379	5043	22656	9026	C5	0.56	ok
25	J[26]	SLU14	FZ-MAX	1	4	4	4	-481.02	27059	5100	22656	9026	C5	0.57	ok
26	I[26]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-469.53	30496	5431	27265	26026	C6	0.21	ok
26	J[27]	SLU1	MZ-MIN	1	2	4	4	-2093	99771	5123	27265	23791	C6	0.22	ok
27	I[27]	SLU1	MZ-MIN	1	2	4	4	-2072.6	99861	5233	27265	23791	C6	0.22	ok
27	J[28]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-454.14	56824	5706	27265	25826	C6	0.22	ok
28	I[28]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-447.59	55494	5992	27265	25873	C6	0.23	ok
28	J[29]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-447.59	70385	6050	27265	25277	C6	0.24	ok
29	I[29]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-551.31	68716	6177	27265	25344	C6	0.24	ok
29	J[30]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-551.31	84056	6234	27265	24595	C6	0.25	ok
30	I[30]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-545.21	83338	6506	27265	24634	C6	0.26	ok
30	J[31]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-545.21	99502	6564	27265	23791	C6	0.28	ok
31	I[31]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-536.64	133358	6662	27265	23791	C7	0.28	ok
31	J[32]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-536.64	160306	6734	27265	23791	C7	0.28	ok
32	I[32]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-531.53	159097	7054	27265	23791	C7	0.30	ok
32	J[33]	SLU14	FZ-MAX	1	2	4	4	-531.53	187608	7126	27265	23791	C7	0.30	ok

La verifica viene estesa nelle sezioni in cui il tasso superi 0.5 controllando l'interazione con il momento controllando la verifica della seguente formula.

$$\overline{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \left(\overline{\eta}_3 - 1\right)^2 \leq 1.0$$

(3.52)

EN1993-1-1
7.1(1)

16.1.3. VERIFICA ALL'INSTABILITÀ FLESSO TORSIONALE

La verifica viene effettuata secondo la seguente formulazione per i conci di trave compresi tra diaframmi, con la valutazione di un coefficiente di riduzione χ_{LT} che dipende dalla snellezza della sezione λ_{LT}

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd}$$

(3.56)

EN1994-2:
6.4.2(1)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^{-2}}} \leq 1.0$$

(3.57)

EN1993-1-1
6.3.2.2

Elem	Parti	Loom	Type	Sect. Class	N_Ed (kN)	M_Ed (kN*m)	Nb,Rd (kN)	Mb,Rd (kN*m)	Mcr (kN*m)	Interaction Ratio	Sezione	
1	I[1]	SLU17	Max	1	-749	5958	126232	68860	252	0.09	C1	ok
1	J[2]	SLU9	MY-MAX	1	407	14510	126232	68860	267	0.21	C1	ok
2	I[2]	SLU9	MY-MAX	1	406	14511	126232	68860	267	0.21	C1	ok
2	J[3]	SLU13	MY-MAX	1	489	22300	126232	68860	268	0.33	C1	ok
3	I[3]	SLU13	MY-MAX	1	476	22282	126232	68860	268	0.33	C1	ok
3	J[4]	SLU13	MY-MAX	1	476	29922	126232	68860	268	0.44	C1	ok
4	I[4]	SLU13	MY-MAX	1	476	29922	126232	68860	268	0.44	C1	ok
4	J[5]	SLU13	MY-MAX	1	475	36258	126232	68860	268	0.53	C1	ok
5	I[5]	SLU13	MY-MAX	1	743	35974	126232	68860	268	0.53	C1	ok
5	J[6]	SLU13	MY-MAX	1	754	41629	126232	68860	268	0.61	C1	ok
6	I[6]	SLU13	MY-MAX	1	753	41545	123893	77645	219	0.54	C2	ok
6	J[7]	SLU13	MY-MAX	1	757	47327	123893	77645	219	0.62	C2	ok
7	I[7]	SLU13	MY-MAX	1	742	47316	123893	77645	219	0.62	C2	ok
7	J[8]	SLU13	MY-MAX	1	746	52075	123893	77645	219	0.68	C2	ok
8	I[8]	SLU13	MY-MAX	1	746	52075	123893	77645	219	0.68	C2	ok
8	J[9]	SLU13	MY-MAX	1	746	55774	123893	77645	219	0.72	C2	ok
9	I[9]	SLU13	MY-MAX	1	890	55606	123893	77645	219	0.72	C2	ok
9	J[10]	SLU13	MY-MAX	1	896	58727	123893	77645	219	0.76	C2	ok
10	I[10]	SLU13	MY-MAX	1	895	58727	123893	77645	219	0.76	C2	ok
10	J[11]	SLU13	MY-MAX	1	903	61327	123893	77645	219	0.80	C2	ok
11	I[11]	SLU13	MY-MAX	1	891	61233	130642	91713	198	0.67	C3	ok
11	J[12]	SLU13	MY-MAX	1	891	62479	130642	91713	198	0.69	C3	ok
12	I[12]	SLU13	MY-MAX	1	891	62480	130642	91713	198	0.69	C3	ok
12	J[13]	SLU13	MY-MAX	1	888	62980	130642	91713	198	0.69	C3	ok
13	I[13]	SLU13	MY-MAX	1	903	62971	130642	91713	198	0.69	C3	ok
13	J[14]	SLU6	FX-MIN	4	-2526	14405	59438	21023	119	0.73	C3	ok
14	I[14]	SLU6	FX-MIN	4	-2526	14405	59438	21023	119	0.73	C3	ok
14	J[15]	SLU13	MY-MAX	1	909	62205	130642	91713	198	0.69	C3	ok
15	I[15]	SLU13	MY-MAX	1	903	62207	130642	91713	198	0.69	C3	ok
15	J[16]	SLU13	MY-	1	901	60324	130642	91713	198	0.66	C3	ok

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

			MAX									
16	I[16]	SLU14	MZ-MAX	4	-597	17262	57530	22987	114	0.76	C4	ok
16	J[17]	SLU2	MZ-MAX	4	-2507	15211	57530	22987	119	0.71	C4	ok
17	I[17]	SLU2	MZ-MAX	4	-2803	15550	57530	22987	119	0.73	C4	ok
17	J[18]	SLU13	MY-MAX	1	803	54825	124874	99536	173	0.56	C4	ok
18	I[18]	SLU13	MY-MAX	1	802	54825	124874	99536	173	0.56	C4	ok
18	J[19]	SLU1	FX-MIN	4	-2294	11173	57530	22987	122	0.53	C4	ok
19	I[19]	SLU1	FX-MIN	4	-2299	11173	57530	22987	122	0.53	C4	ok
19	J[20]	SLU13	MY-MAX	1	798	45637	124874	99536	173	0.46	C4	ok
20	I[20]	SLU13	MY-MAX	1	798	45637	124874	99536	173	0.46	C4	ok
20	J[21]	SLU13	MY-MAX	1	795	40137	124874	99536	173	0.41	C4	ok
21	I[21]	SLU13	MY-MAX	1	582	40403	126831	115400	255	0.35	C5	ok
21	J[22]	SLU13	MY-MAX	1	584	34289	126831	115400	255	0.30	C5	ok
22	I[22]	SLU13	MY-MAX	1	584	34290	126831	115400	255	0.30	C5	ok
22	J[23]	SLU16	MY-MIN	4	-646	-18186	60305	64712	111	0.29	C5	ok
23	I[23]	SLU16	MY-MIN	4	-650	-18197	60305	64712	111	0.29	C5	ok
23	J[24]	SLU14	MY-MIN	4	-669	-24787	60305	64467	119	0.40	C5	ok
24	I[24]	SLU14	MY-MIN	4	-669	-24788	60305	64467	119	0.40	C5	ok
24	J[25]	SLU17	Min	4	-4169	-12373	60305	26375	93	0.54	C5	ok
25	I[25]	SLU14	MY-MIN	4	-606	-32045	60305	64234	119	0.51	C5	ok
25	J[26]	SLU14	MY-MIN	4	-616	-39704	60305	63977	119	0.63	C5	ok
26	I[26]	SLU14	MY-MIN	4	-615	-45344	100977	114137	0	0.40	C6	ok
26	J[27]	SLU14	MY-MIN	4	-621	-53900	100977	112612	0	0.48	C6	ok
27	I[27]	SLU1	FY-MIN	4	-2143	-21801	100977	46673	0	0.49	C6	ok
27	J[28]	SLU14	MY-MIN	4	-622	-63300	100977	111006	0	0.58	C6	ok
28	I[28]	SLU14	MY-MIN	4	-621	-63301	100977	111006	0	0.58	C6	ok
28	J[29]	SLU14	MY-MIN	4	-613	-73652	100977	109301	0	0.68	C6	ok
29	I[29]	SLU14	MY-MIN	4	-661	-73597	100977	109306	0	0.68	C6	ok
29	J[30]	SLU14	MY-MIN	4	-665	-84500	100977	107560	0	0.79	C6	ok
30	I[30]	SLU14	MY-MIN	4	-664	-84501	100977	107559	0	0.79	C6	ok
30	J[31]	SLU14	MY-MIN	4	-662	-96348	100977	105715	0	0.92	C6	ok
31	I[31]	SLU2	MY-MIN	4	-2496	-94292	125438	147901	0	0.66	C7	ok
31	J[32]	SLU14	MY-MIN	4	-658	-111890	125438	147396	0	0.76	C7	ok
32	I[32]	SLU14	MY-MIN	4	-658	-111891	125438	147396	0	0.76	C7	ok
32	J[33]	SLU14	MY-MIN	4	-648	-128852	125438	140783	0	0.92	C7	ok

16.1.4. VERIFICA CONNESSIONE TRAVE-SOLETTA

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



La resistenza del connettore è valutata secondo la seguente formulazione

$$P_{Rd} = \min[P_{Rd1}, P_{Rd2}] \quad (2.58)$$

$$P_{Rd1} = \frac{0.8 f_u \pi d^2 / 4}{\gamma_V} \quad (2.59)$$

$$P_{Rd2} = \frac{0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V} \quad (2.60)$$

EN1994-2:2005
6.6.3.1(1)

Lo sforzo resistente è pari alla somma delle resistenze

$$V_{L,Rd} = \frac{P_{Rd} N}{s_c} \quad (2.61)$$

Con:

N : numero dei connettori.

sc : spazio tra i connettori.

L'azione sollecitante è valutata:

- Se la sezione è di classe 1 o 2

$$V_{L,Ed} = \frac{V_{L,Ed}}{L_v} \quad (2.62)$$

Dove

$$V_{L,Ed} = \frac{(N_{c,f} - N_{c,el})(M_{ED} - M_{el,Rd})}{M_{pl,Rd} - M_{el,Rd}} \quad (2.63)$$

Considerando come L_v una lunghezza pari alla larghezza collaborante della soletta.

- Se la sezione è di classe 3 o 4

Lo scorrimento è valutato con Jourawsky, essendo Q_z il momento statico della sezione nel punto di collegamento trave-soletta.

$$V_{L,Ed} = \frac{V_{Ed} Q_z}{I_y} \quad (2.64)$$

Elem	Part	Lcom	Type	V_L,Ed (kN)	v_L,Ed (kN/m)	P_Rd (kN)	v_L,Rd (kN/m)	v_L,Ed/v_L,Rd	
1	I[1]	SLU13	FZ-MIN	-2693	1057	82	1225	0.86	ok
1	J[2]	SLU13	FZ-MIN	-2693	1057	82	1225	0.86	ok
2	I[2]	SLU13	FZ-MIN	-2466	968	82	1225	0.79	ok
2	J[3]	SLU13	FZ-MIN	-2466	968	82	1225	0.79	ok
3	I[3]	SLU13	FZ-MIN	-2419	949	82	1225	0.77	ok
3	J[4]	SLU13	FZ-MIN	-2419	949	82	1225	0.77	ok
4	I[4]	SLU13	FZ-MIN	-2160	847	82	1225	0.69	ok
4	J[5]	SLU13	FZ-MIN	-2160	847	82	1225	0.69	ok
5	I[5]	SLU13	FZ-MIN	-1994	782	82	1225	0.64	ok

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

5	J[6]	SLU13	FZ-MIN	-1994	782	82	1225	0.64	ok
6	I[6]	SLU13	FZ-MIN	-1809	650	82	1225	0.53	ok
6	J[7]	SLU13	FZ-MIN	-1809	650	82	1225	0.53	ok
7	I[7]	SLU13	FZ-MIN	-1738	625	82	1225	0.51	ok
7	J[8]	SLU13	FZ-MIN	-1738	625	82	1225	0.51	ok
8	I[8]	SLU13	FZ-MIN	-1518	545	82	1225	0.45	ok
8	J[9]	SLU13	FZ-MIN	-1518	545	82	1225	0.45	ok
9	I[9]	SLU13	FZ-MIN	-1374	494	82	1225	0.40	ok
9	J[10]	SLU13	FZ-MIN	-1374	494	82	1225	0.40	ok
10	I[10]	SLU13	FZ-MIN	-1253	450	82	1225	0.37	ok
10	J[11]	SLU13	FZ-MIN	-1253	450	82	1225	0.37	ok
11	I[11]	SLU13	FZ-MIN	-1151	357	82	1225	0.29	ok
11	J[12]	SLU13	FZ-MIN	-1151	357	82	1225	0.29	ok
12	I[12]	SLU14	FZ-MAX	981	304	82	1225	0.25	ok
12	J[13]	SLU14	FZ-MAX	981	304	82	1225	0.25	ok
13	I[13]	SLU14	FZ-MAX	1072	332	82	1225	0.27	ok
13	J[14]	SLU14	FZ-MAX	1072	332	82	1225	0.27	ok
14	I[14]	SLU14	FZ-MAX	1261	391	82	1225	0.32	ok
14	J[15]	SLU14	FZ-MAX	1261	391	82	1225	0.32	ok
15	I[15]	SLU14	FZ-MAX	1343	416	82	1225	0.34	ok
15	J[16]	SLU14	FZ-MAX	1343	416	82	1225	0.34	ok
16	I[16]	SLU14	FZ-MAX	1498	436	82	1225	0.36	ok
16	J[17]	SLU14	FZ-MAX	1498	436	82	1225	0.36	ok
17	I[17]	SLU14	FZ-MAX	1603	467	82	1225	0.38	ok
17	J[18]	SLU14	FZ-MAX	1603	467	82	1225	0.38	ok
18	I[18]	SLU14	FZ-MAX	1804	526	82	1225	0.43	ok
18	J[19]	SLU14	FZ-MAX	1804	526	82	1225	0.43	ok
19	I[19]	SLU14	FZ-MAX	1889	550	82	1225	0.45	ok
19	J[20]	SLU14	FZ-MAX	1889	550	82	1225	0.45	ok
20	I[20]	SLU14	FZ-MAX	2059	600	82	1225	0.49	ok
20	J[21]	SLU14	FZ-MAX	2059	600	82	1225	0.49	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MAX	2172	574	82	1225	0.47	ok
21	J[22]	SLU14	FZ-MAX	2172	574	82	1225	0.47	ok
22	I[22]	SLU14	FZ-MAX	2385	630	82	1225	0.51	ok
22	J[23]	SLU14	FZ-MAX	2385	630	82	1225	0.51	ok
23	I[23]	SLU14	FZ-MAX	2478	655	82	1225	0.53	ok
23	J[24]	SLU14	FZ-MAX	2478	655	82	1225	0.53	ok
24	I[24]	SLU14	FZ-MAX	2656	701	82	1225	0.57	ok
24	J[25]	SLU14	FZ-MAX	2656	701	82	1225	0.57	ok
25	I[25]	SLU14	FZ-MAX	2775	733	82	1225	0.60	ok
25	J[26]	SLU14	FZ-MAX	2775	733	82	1225	0.60	ok
26	I[26]	SLU14	FZ-MAX	2999	615	82	1225	0.50	ok
26	J[27]	SLU14	FZ-MAX	2999	615	82	1225	0.50	ok
27	I[27]	SLU14	FZ-MAX	3088	633	82	1225	0.52	ok
27	J[28]	SLU14	FZ-MAX	3088	633	82	1225	0.52	ok

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



28	I[28]	SLU14	FZ-MAX	3271	671	82	1225	0.55	ok
28	J[29]	SLU14	FZ-MAX	3271	671	82	1225	0.55	ok
29	I[29]	SLU14	FZ-MAX	3389	695	82	1225	0.57	ok
29	J[30]	SLU14	FZ-MAX	3389	695	82	1225	0.57	ok
30	I[30]	SLU14	FZ-MAX	3561	730	82	1225	0.60	ok
30	J[31]	SLU14	FZ-MAX	3561	730	82	1225	0.60	ok
31	I[31]	SLU14	FZ-MAX	3708	741	82	1225	0.61	ok
31	J[32]	SLU14	FZ-MAX	3708	741	82	1225	0.61	ok
32	I[32]	SLU14	FZ-MAX	3931	786	82	1225	0.64	ok
32	J[33]	SLU14	FZ-MAX	3931	786	82	1225	0.64	ok

Con:

$V_{L,Ed}$: Sforzo di scorrimento agente nella zona plasticizzata
 $v_{L,Ed}$: Sforzo di scorrimento per unità di lunghezza tra trave-soletta
 P_{Rd} : Valore di resistenza del singolo connettore
 $v_{L,Rd}$: valore di resistenza per unità di lunghezza tra trave-soletta

La stessa verifica viene effettuata anche in combinazione allo Stato Limite di Esercizio utilizzando una resistenza limite ridotta del connettore valutata secondo la seguente formulazione tramite l'impiego di un coefficiente di riduzione k_s pari a 0.75

$$v_{L,Rd} = \frac{k_s P_{Rd} N_{conn}}{S_{conn}} \quad (2.76)$$

Elem	Part	Lcom	Type	$V_{c,Ed}$ (kN)	$v_{L,Ed}$ (kN/m)	P_{Rd_ser} (kN)	$v_{L,Rd}$ (kN/m)	$v_{L,Ed}/v_{L,Rd}$	
1	I[1]	SLE3_CAR	Characteristic	-1928	757	61	919	0.82	ok
1	J[2]	SLE3_CAR	Characteristic	-1928	757	61	919	0.82	ok
2	I[2]	SLE3_CAR	Characteristic	-1766	693	61	919	0.75	ok
2	J[3]	SLE3_CAR	Characteristic	-1766	693	61	919	0.75	ok
3	I[3]	SLE3_CAR	Characteristic	-1720	675	61	919	0.73	ok
3	J[4]	SLE3_CAR	Characteristic	-1720	675	61	919	0.73	ok
4	I[4]	SLE3_CAR	Characteristic	-1535	602	61	919	0.66	ok
4	J[5]	SLE3_CAR	Characteristic	-1535	602	61	919	0.66	ok
5	I[5]	SLE3_CAR	Characteristic	-1424	559	61	919	0.61	ok
5	J[6]	SLE3_CAR	Characteristic	-1424	559	61	919	0.61	ok
6	I[6]	SLE3_CAR	Characteristic	-1294	465	61	919	0.51	ok

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

6	J[7]	SLE3_CAR	Characteristic	-1294	465	61	919	0.51	ok
7	I[7]	SLE3_CAR	Characteristic	-1240	445	61	919	0.48	ok
7	J[8]	SLE3_CAR	Characteristic	-1240	445	61	919	0.48	ok
8	I[8]	SLE3_CAR	Characteristic	-1084	389	61	919	0.42	ok
8	J[9]	SLE3_CAR	Characteristic	-1084	389	61	919	0.42	ok
9	I[9]	SLE3_CAR	Characteristic	-991	356	61	919	0.39	ok
9	J[10]	SLE3_CAR	Characteristic	-991	356	61	919	0.39	ok
10	I[10]	SLE3_CAR	Characteristic	-909	327	61	919	0.36	ok
10	J[11]	SLE3_CAR	Characteristic	-909	327	61	919	0.36	ok
11	I[11]	SLE3_CAR	Characteristic	-832	258	61	919	0.28	ok
11	J[12]	SLE3_CAR	Characteristic	-832	258	61	919	0.28	ok
12	I[12]	SLE2_CAR	Characteristic	729	226	61	919	0.25	ok
12	J[13]	SLE2_CAR	Characteristic	729	226	61	919	0.25	ok
13	I[13]	SLE2_CAR	Characteristic	809	251	61	919	0.27	ok
13	J[14]	SLE2_CAR	Characteristic	809	251	61	919	0.27	ok
14	I[14]	SLE2_CAR	Characteristic	945	293	61	919	0.32	ok
14	J[15]	SLE2_CAR	Characteristic	945	293	61	919	0.32	ok
15	I[15]	SLE2_CAR	Characteristic	1000	310	61	919	0.34	ok
15	J[16]	SLE2_CAR	Characteristic	1000	310	61	919	0.34	ok
16	I[16]	SLE2_CAR	Characteristic	1111	324	61	919	0.35	ok
16	J[17]	SLE2_CAR	Characteristic	1111	324	61	919	0.35	ok
17	I[17]	SLE2_CAR	Characteristic	1201	350	61	919	0.38	ok
17	J[18]	SLE2_CAR	Characteristic	1201	350	61	919	0.38	ok
18	I[18]	SLE2_CAR	Characteristic	1346	392	61	919	0.43	ok
18	J[19]	SLE2_CAR	Characteristic	1346	392	61	919	0.43	ok
19	I[19]	SLE2_CAR	Characteristic	1402	409	61	919	0.44	ok
19	J[20]	SLE2_CAR	Characteristic	1402	409	61	919	0.44	ok
20	I[20]	SLE2_CAR	Characteristic	1525	444	61	919	0.48	ok
20	J[21]	SLE2_CAR	Characteristic	1525	444	61	919	0.48	ok
21	I[21]	SLE2_CAR	Characteristic	1620	428	61	919	0.47	ok
21	J[22]	SLE2_CAR	Characteristic	1620	428	61	919	0.47	ok
22	I[22]	SLE2_CAR	Characteristic	1774	469	61	919	0.51	ok
22	J[23]	SLE2_CAR	Characteristic	1774	469	61	919	0.51	ok
23	I[23]	SLE2_CAR	Characteristic	1834	484	61	919	0.53	ok
23	J[24]	SLE2_CAR	Characteristic	1834	484	61	919	0.53	ok
24	I[24]	SLE2_CAR	Characteristic	1962	518	61	919	0.56	ok
24	J[25]	SLE2_CAR	Characteristic	1962	518	61	919	0.56	ok
25	I[25]	SLE2_CAR	Characteristic	2057	543	61	919	0.59	ok
25	J[26]	SLE2_CAR	Characteristic	2057	543	61	919	0.59	ok
26	I[26]	SLE2_CAR	Characteristic	2220	455	61	919	0.50	ok
26	J[27]	SLE2_CAR	Characteristic	2220	455	61	919	0.50	ok
27	I[27]	SLE2_CAR	Characteristic	2283	468	61	919	0.51	ok
27	J[28]	SLE2_CAR	Characteristic	2283	468	61	919	0.51	ok
28	I[28]	SLE2_CAR	Characteristic	2414	495	61	919	0.54	ok
28	J[29]	SLE2_CAR	Characteristic	2414	495	61	919	0.54	ok

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

29	I[29]	SLE2_CAR	Characteristic	2498	512	61	919	0.56	ok
29	J[30]	SLE2_CAR	Characteristic	2498	512	61	919	0.56	ok
30	I[30]	SLE2_CAR	Characteristic	2621	538	61	919	0.59	ok
30	J[31]	SLE2_CAR	Characteristic	2621	538	61	919	0.59	ok
31	I[31]	SLE2_CAR	Characteristic	2670	534	61	919	0.58	ok
31	J[32]	SLE2_CAR	Characteristic	2670	534	61	919	0.58	ok
32	I[32]	SLE2_CAR	Characteristic	2831	566	61	919	0.62	ok
32	J[33]	SLE2_CAR	Characteristic	2831	566	61	919	0.62	ok

16.2. VERIFICHE ESTESE

Si riporta la verifica estesa per le sezioni più significative

16.2.1. SEZIONE DI PILA

Element Number	32
Position Information	J

1 Design Condition

1.1 Design Parameters

■ Partial factors

γ_c for concrete	1.50	γ_v for headed stud	1.25
γ_s for reinforcing steel	1.15	γ_{Ff} for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
γ_{M0} for structural steel	1.05	γ_{Mf} for fatigue strength	1.00
γ_{M1} for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

1.2 Material Information

■ Structural steel

$$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa} \quad E_s = 210000.000 \text{ MPa}$$

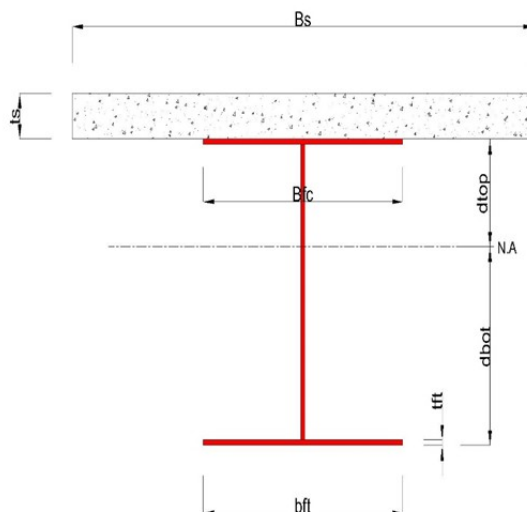
■ Concrete

$$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$$

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

B _c	4680.000	mm	t _c	320.000	mm	H _h	0.000	mm
----------------	----------	----	----------------	---------	----	----------------	-------	----

Girder

H _w	3880.000	mm	B ₁	1200.000	mm	B ₂	1200.000	mm
t _w	30.000	mm	t _{f1}	70.000	mm	t _{f2}	70.000	mm

■ Section Stiffness

Before

A _a	292400.000	mm ²
I _{y,a}	813365799471.044	mm ⁴
I _{z,a}	20635079019.608	mm ⁴
C _{y,a}	594.118	mm
C _{z,a}	1976.074	mm

After

A _c	535417.691	mm ²
I _{y,c}	1460078599556.880	mm ⁴
I _{z,c}	464190969415.036	mm ⁴
C _{y,c}	596.788	mm
C _{z,c}	2976.401	mm

Crack

A _c	371014.000	mm ²
I _{y,c}	1131540177956.160	mm ⁴
I _{z,c}	159198783706.841	mm ⁴
C _{y,c}	596.788	mm
C _{z,c}	2455.835	mm

2 Bending Resistance

2.1 Positive Moment

■ Design load

Load combination name : sismaz

N _{a,Ed}	0.000	kN
N _{c,Ed}	2.041	kN
M _{a,Ed}	0.000	kN · m
M _{c,Ed}	3625.361	kN · m

- Stress

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Top Flange

Left	y_1	-596.788	mm	z_1	1043.599	mm	σ_1	-2.573	MPa
	y_2	-11.788	mm	z_2	1043.599	mm	σ_2	-2.587	MPa
Right	y_1	603.212	mm	z_1	1043.599	mm	σ_1	-2.602	MPa
	y_2	18.212	mm	z_2	1043.599	mm	σ_2	-2.588	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-596.788	mm	z_1	-2976.401	mm	σ_1	7.409	MPa
	y_2	-11.788	mm	z_2	-2976.401	mm	σ_2	7.394	MPa
Right	y_1	603.212	mm	z_1	-2976.401	mm	σ_1	7.379	MPa
	y_2	18.212	mm	z_2	-2976.401	mm	σ_2	7.394	MPa

Web

Right	y_1	3.212	mm	z_1	973.599	mm	σ_1	-2.414	MPa
	y_2	3.212	mm	z_2	-2906.401	mm	σ_2	7.220	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

- Plastic resistance moment, $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 3474.203 mm

N_{slab} = 29702.400 kN

$N_{g,top}$ = 31625.943 kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot}$ = 61328.343 kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd}$ = 186742.696 kN · m

x_{pl} = 865.797 mm

M_{Rd} = $\beta M_{pl,Rd}$ = 186742.696 kN · m

here, β = 1.000

M_{Rd} = 186742.696 kN · m > M_{Ed} = 3625.361 kN · m ...OK

2 Bending Resistance

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

2.2 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU14

$N_{a,Ed}$	-64.729	kN
$N_{c,Ed}$	-583.730	kN
$M_{a,Ed}$	-62946.353	kN · m
$M_{c,Ed}$	-65905.662	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-596.788	mm	z_1	1564.165	mm	σ_1	242.541	MPa
	y_2	-11.788	mm	z_2	1564.165	mm	σ_2	247.411	MPa
Right	y_1	603.212	mm	z_1	1564.165	mm	σ_1	252.531	MPa
	y_2	18.212	mm	z_2	1564.165	mm	σ_2	247.661	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-596.788	mm	z_1	-2455.835	mm	σ_1	-302.708	MPa
	y_2	-11.788	mm	z_2	-2455.835	mm	σ_2	-297.838	MPa
Right	y_1	603.212	mm	z_1	-2455.835	mm	σ_1	-292.718	MPa
	y_2	18.212	mm	z_2	-2455.835	mm	σ_2	-297.588	MPa

Web

Right	y_1	3.212	mm	z_1	1494.165	mm	σ_1	238.042	MPa
	y_2	3.212	mm	z_2	-2385.835	mm	σ_2	-288.219	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	4
Bottom flange	2
Section	4

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	241903.107	mm ²
$I_{y,a,eff}$	787637552536.540	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	20635079019.608	mm ⁴

After

$A_{c,eff}$	241903.107	mm ²
$I_{y,c,eff}$	787637552536.540	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	464190969415.036	mm ⁴

$C_{y,a,eff}$	594.118	mm
$C_{z,a,eff}$	1861.645	mm

$C_{y,c,eff}$	596.788	mm
$C_{z,c,eff}$	1861.645	mm

- Effective stiffness for M_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	263667.784	mm ²
$I_{y,a,eff}$	743613431881.645	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	20635079019.608	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	594.118	mm
$C_{z,a,eff}$	1670.704	mm

After

$A_{c,eff}$	326391.541	mm ²
$I_{y,c,eff}$	1098009819772.160	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	159198783706.841	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	596.788	mm
$C_{z,c,eff}$	2324.329	mm

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} \cdot (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 7.407 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 346.847 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{a,top} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{t,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{t,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= 300.086 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,bot} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{b,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{b,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= -280.186 \text{ MPa}$$

$$k = 1.186 : \text{the lowest factor such that a stress limit is reached.}$$

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) = 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -128852.015 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \dots \text{OK}$$

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{Ed} = -531.531 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = -62946.353 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = -59165.366 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = 3194.322 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = 3931.489 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 7125.811 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 187607.629 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 187607.629 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 125650.151 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-596.788	mm	z ₁	1564.165	mm	σ ₁	233.217	MPa
	y ₂	-11.788	mm	z ₂	1564.165	mm	σ ₂	238.232	MPa
Right	y ₁	603.212	mm	z ₁	1564.165	mm	σ ₁	243.504	MPa
	y ₂	18.212	mm	z ₂	1564.165	mm	σ ₂	238.489	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-596.788	mm	z ₁	-2455.835	mm	σ ₁	-288.086	MPa
	y ₂	-11.788	mm	z ₂	-2455.835	mm	σ ₂	-283.071	MPa
Right	y ₁	603.212	mm	z ₁	-2455.835	mm	σ ₁	-277.800	MPa
	y ₂	18.212	mm	z ₂	-2455.835	mm	σ ₂	-282.814	MPa

Web

Right	y ₁	3.212	mm	z ₁	1494.165	mm	σ ₁	229.283	MPa
	y ₂	3.212	mm	z ₂	-2385.835	mm	σ ₂	-273.865	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	4
Bottom flange	2
Section	4

■ Plastic resistance moment, M_{pl,Rd}

Plastic NA = 3526.437 mm

N_{slab} = 0.000 kN

N_{rebar,t} = 30762.000 kN (Upper side of PNA)

N_{rebar,b} = 0.000 kN (Lower side of PNA)

N_{g,top} = 31096.143 kN (Upper side of PNA)

N_{g,bot} = 61858.143 kN (Lower side of PNA)

M_{pl,Rd} = 189317.137 kN · m

■ Calculation. V_{bw,Rd}

Web

■ Contribution from the web

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\alpha = a/h_w = 0.515463918$$

$$k_r = 4.1 + (6.3 + 0.18 \cdot I_{sl}/(t^3 \cdot h_w)) / \alpha^2 + 2.2 \cdot (I_{sl}/(t^3 \cdot h_w))^{1/3} = 31.55467094$$

$$I_{sl} = 175170100.325 \text{ mm}^4$$

$$t = 30.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = h_w / (37.4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_r}) = 0.757$$

■ λ_{wi} of sub panel

$$k_{ri} = 4.00 + 5.34 \cdot (h_{wi}/a)^2 + k_{rst} = 16.664 \quad \text{when } a/h_{wi} = 0.649 < 1$$

where, $h_{wi} = 3080.000 \text{ mm}$

$$k_{rst} = 0.000$$

$$\lambda_{wi} = h_{wi} / (37.4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{ri}}) = 0.827$$

■ Critical λ_w

$$\lambda_w = \text{Max}(\lambda_w, \lambda_{wi}) = 0.827$$

$$X_w = 0.83 / \lambda_w = 1.097 \quad 0.83/\eta \leq \lambda_w < 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 23791.336 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$V_{Rd} = 23791.336 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 7125.811 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.300 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd0} = 114171.592 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution.

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0}} = 0.990$$

$$M_{f,Rd} = \text{Reduction factor for } N_{Ed} \cdot M_{f,Rd0} = 113039.395 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where, $M_{f,Rd} = 113039.395 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$M_{Ed} = 187607.629 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = a \cdot \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) = 539.315$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



■ Check Shear Resistance

$$V_{Ed} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.300 < 1.0 \quad \dots \text{OK}$$

■ Interaction M-V

$$\eta'_3 = 0.300 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU14

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -648.460 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= -128852.015 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_1 &= 5480.288 \text{ kN} \\ V_2 &= 6713.304 \text{ kN} \\ M_1 &= -128852.015 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_2 &= -96315.466 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 189317.137 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

$$\begin{aligned} L &= 2.000 \text{ m} \\ c &= C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma &= c \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.000 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.816 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.278 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.117 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.117 \\ m &= \min(m_1, m_2) = 1.117 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \\ \lambda_{LT} &= 1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wo} / (3 \cdot A_f))} = 0.081 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.458 \\ X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 1 \\ M_{Rd} &= 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot M_{Rd} = 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- $N_{b,Rd}$ Axial buckling resistance

$$X_{LT,N} = 1.000$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot Area \cdot f_{yd} = 125438.067 \frac{k}{N}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.92041955$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU14

$$\begin{aligned} N_{c,el} &= 0.000 \text{ kN} \\ N_{c,f} &= 0.000 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= -122111.719 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_{Ed} &= 3931.489 \text{ kN} \\ M_{pl,Rd} &= 189317.137 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 140783.410 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Shear resistance of a single connector

$$\begin{aligned} P_{Rd,1} &= 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_v = 81.656 \frac{k}{N} \\ P_{Rd,2} &= 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 91.363 \frac{k}{N} \\ P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N} \end{aligned}$$

where, $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$\alpha = 1$

$\frac{f_{or}}{r} \cdot h_{sc}/d > 4$

Num. = 3

$d = 19.000 \text{ mm}$

$h_{sc} = 250.000 \text{ mm}$

Space = 200.000 mm

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 785.811 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \cdot \text{Num.}/\text{Space} = 1224.844 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK}$$

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : SLE1_CAR

$$\sigma_{Ed,ser} = 247.753 \text{ MPa} \quad (\text{Bottom-right fiber in the flange})$$

$$T_{Ed,ser} = 44.653 \text{ MPa} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$247.753 \text{ MPa} < 335.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$T_{Ed,ser} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})$$

$$44.653 \text{ MPa} < 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser})^2 + 3(T_{Ed,ser})^2} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

$$259.544 \text{ MPa} < 335.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : SLE1_CAR

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck}$$

$$0.000 \text{ MPa} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the reinforcement

Load combination name : SLE1_CAR

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$$

$$86.203 \text{ MPa} < 360.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

9 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : SLE2_CAR

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_v = 81.656 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 91.363 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \text{ kN}$$

where, $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1 \quad \text{for } h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 250.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

$$k_s = 0.750$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 565.940 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd,ser} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 918.633 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \text{ OK}$$

16.2.2. SEZIONE DI SPALLA

Element Number	1
Position Information	I

1 Design Condition

1.1 Design Parameters

■ Partial factors

γ_c for concrete	1.50	γ_v for headed stud	1.25
γ_s for reinforcing steel	1.15	γ_{Ff} for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
γ_{M0} for structural steel	1.05	γ_{Mf} for fatigue strength	1.00
γ_{M1} for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

1.2 Material Information

■ Structural steel

$$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa} \quad E_s = 210000.000 \text{ MPa}$$

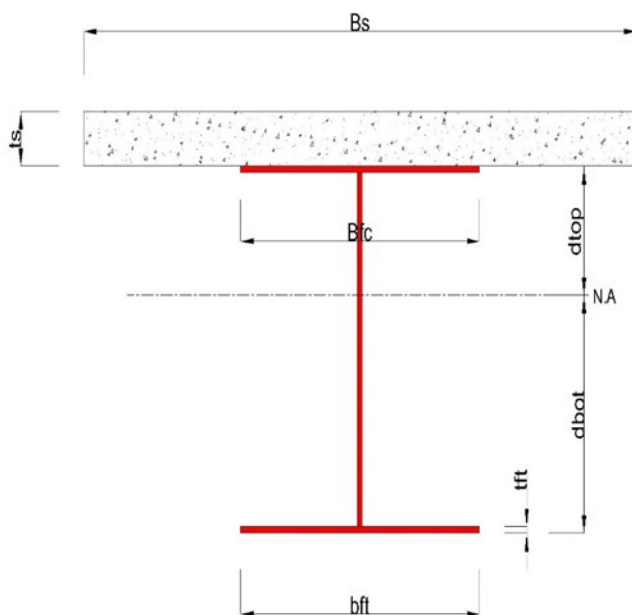
■ Concrete

$$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$$

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



■ Section Dimensions

Slab

B _c	4680.000	mm	t _c	320.000	mm	H _h	0.000	mm
----------------	----------	----	----------------	---------	----	----------------	-------	----

Girder

H _w	2420.000	mm	B ₁	850.000	mm	B ₂	1000.000	mm
t _w	30.000	mm	t _{r1}	40.000	mm	t _{r2}	40.000	mm

■ Section Stiffness

Before

A _a	154600.000	mm ²
I _{y,a}	147903141431.652	mm ⁴
I _{z,a}	5843192498.922	mm ⁴
C _{y,a}	488.875	mm
C _{z,a}	1217.270	mm

After

A _c	397617.691	mm ²
I _{y,c}	346652988991.877	mm ⁴
I _{z,c}	449399082894.350	mm ⁴
C _{y,c}	495.674	mm
C _{z,c}	2099.044	mm

Crack

A _c	163846.000	mm ²
I _{y,c}	166501868811.164	mm ⁴
I _{z,c}	22116300480.502	mm ⁴
C _{y,c}	495.674	mm
C _{z,c}	1299.475	mm

2 Bending Resistance

2.1 Positive Moment

■ Design load

Load combination name : SLU9

N _{a,Ed}	10.578	kN
N _{c,Ed}	386.064	kN
M _{a,Ed}	-76.418	kN · m
M _{c,Ed}	6078.867	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-420.674	mm	z ₁	400.956	mm	σ ₁	-5.239	MPa
	y ₂	-10.674	mm	z ₂	400.956	mm	σ ₂	-5.330	MPa
Right	y ₁	429.326	mm	z ₁	400.956	mm	σ ₁	-5.427	MPa
	y ₂	19.326	mm	z ₂	400.956	mm	σ ₂	-5.336	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Bottom Flange

Left	y ₁	-495.674	mm	z ₁	-2099.044	mm	σ ₁	37.326	MPa
	y ₂	-10.674	mm	z ₂	-2099.044	mm	σ ₂	37.218	MPa
Right	y ₁	504.326	mm	z ₁	-2099.044	mm	σ ₁	37.104	MPa
	y ₂	19.326	mm	z ₂	-2099.044	mm	σ ₂	37.212	MPa

Web

Right	y ₁	4.326	mm	z ₁	360.956	mm	σ ₁	-4.652	MPa
	y ₂	4.326	mm	z ₂	-2059.044	mm	σ ₂	36.534	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

- Plastic resistance moment, $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 2465.442 mm

N_{slab} = 29702.400 kN

$N_{g,top}$ = 9931.181 kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot}$ = 39633.581 kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd}$ = 68860.282 kN · m

x_{pl} = 354.558 mm

M_{Rd} = $\beta M_{pl,Rd}$ = 68860.282 kN · m

here, β = 1.000

M_{Rd} = 68860.282 kN · m > M_{Ed} = 6002.449 kN · m ...OK

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU13

N_{Ed} = 471.679 kN

$M_{a,Ed}$ = -76.418 kN · m

$M_{c,Ed}$ = 5652.135 kN · m

$V_{Ed,a}$ = -1753.570 kN

$V_{Ed,c}$ = -2693.209 kN

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$V_{Ed} = -4446.779 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 5548.267 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 5079.136 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 5548.267 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-420.674	mm	z ₁	400.956	mm	σ ₁	-4.286	MPa
	y ₂	-10.674	mm	z ₂	400.956	mm	σ ₂	-4.615	MPa
Right	y ₁	429.326	mm	z ₁	400.956	mm	σ ₁	-4.967	MPa
	y ₂	19.326	mm	z ₂	400.956	mm	σ ₂	-4.639	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-495.674	mm	z ₁	-2099.044	mm	σ ₁	35.245	MPa
	y ₂	-10.674	mm	z ₂	-2099.044	mm	σ ₂	34.856	MPa
Right	y ₁	504.326	mm	z ₁	-2099.044	mm	σ ₁	34.443	MPa
	y ₂	19.326	mm	z ₂	-2099.044	mm	σ ₂	34.832	MPa

Web

Right	y ₁	4.326	mm	z ₁	360.956	mm	σ ₁	-3.995	MPa
	y ₂	4.326	mm	z ₂	-2059.044	mm	σ ₂	34.212	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

■ Plastic resistance moment, M_{pl,Rd}

$$\text{Plastic NA} = 2465.442 \text{ mm}$$

$$N_{slab} = 29702.400 \text{ kN}$$

$$N_{rebar,t} = 0.000 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA})$$

$$N_{rebar,b} = 0.000 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA})$$

$$N_{g,top} = 9931.181 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA})$$

$$N_{g,bot} = 39633.581 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA})$$

$$M_{pl,Rd} = 68860.282 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



■ Calculation. $V_{bw,Rd}$

Web

■ Contribution from the web

$$\alpha = a/h_w = 0$$

$$k_r = 4.1 + (6.3 + 0.18 \cdot I_{sl}/(t^3 \cdot h_w)) / \alpha^2 + 2.2 \cdot (I_{sl}/(t^3 \cdot h_w))^{1/3} = 0$$

$$I_{sl} = 127125723.824 \text{ mm}^4$$

$$t = 30.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = h_w / (86.4 \cdot t \cdot \epsilon) = 1.148$$

$$X_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.742 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 10030.968 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 10030.968 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -4446.779 \text{ kN}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.443 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd} = 38403.184 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution.

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$\text{where, } M_{f,Rd} = 38403.184 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 5548.267 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = a \cdot \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) = 0.000$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.443 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU17

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -748.848 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= 5958.440 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_1 &= -2283.803 \text{ kN} \\ V_2 &= -1312.213 \text{ kN} \\ M_1 &= 24863.854 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_2 &= 5958.440 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 68860.282 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 55863.211 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

$$\begin{aligned} L &= 4.000 \text{ m} \\ c &= C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma &= c \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.000 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.575 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.966 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.658 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.658 \\ m &= \min(m_1, m_2) = 1.658 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \\ \lambda_{LT} &= 1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wo} / (3 \cdot A_t))} = 0.174 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.505 \\ X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= 68860.282 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot M_{Rd} = 68860.282 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- $N_{b,Rd}$ Axial buckling resistance

$$\begin{aligned} X_{LT,N} &= 0.939 \\ N_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot Area \cdot f_{yd} = 126232.442 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.092461714$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$\begin{aligned} N_{c,el} &= 21948.701 \text{ kN} \\ N_{c,f} &= 29702.400 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= 5575.717 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} V_{Ed} &= -2693.209 \text{ kN} \\ M_{pl,Rd} &= 68860.282 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 55863.211 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Shear resistance of a single connector

$$\begin{aligned} P_{Rd,1} &= 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_v = 81.656 \text{ kN} \\ P_{Rd,2} &= 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 91.363 \text{ kN} \\ P_{Rd} &= \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ kN} \end{aligned}$$

where, $f_u = 450.000 \text{ MPa}$
 $\alpha = 1$ for $h_{sc}/d > 4$
 Num. = 3
 $d = 19.000 \text{ mm}$
 $h_{sc} = 250.000 \text{ mm}$
 Space = 200.000 mm

- Verification

$$\begin{aligned} V_{L,Ed} &= V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 1056.718 \text{ kN/m} \\ V_{L,Rd} &= P_{Rd} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 1224.844 \text{ kN/m} \\ V_{L,Ed} &< V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : SLE2_CAR

$$\begin{aligned} \sigma_{Ed,ser} &= -64.239 \text{ MPa} \quad (\text{Bottom-left fiber in the flange}) \\ T_{Ed,ser} &= 44.450 \text{ MPa} \quad (\text{Neutral axis in the web}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{Ed,ser} &< f_y / \gamma_{M,ser} \\ -64.239 \text{ MPa} &< 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{Ed,ser} &< f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser}) \\ 44.450 \text{ MPa} &< 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)} &< f_y / \gamma_{M,ser} \\ 100.270 \text{ MPa} &< 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

- In the concrete of the slab

Quasi-permanent load combination name : SLE1_QP

$$\begin{aligned} \sigma_c &\leq k_2 f_{ck} \\ 4.957 \text{ MPa} &< 15.750 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- In the reinforcement

Load combination name : SLE1_CAR

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$$

$$-11.685 \text{ MPa}$$

Rebar is under compression. No need to check.

9 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : SLE3_CAR

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_v = 81.656 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 91.363 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \text{ kN}$$

where,

$$f_u = 450.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1 \quad \text{for } h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 250.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

$$k_s = 0.750$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / l) = 756.535 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd,ser} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 918.633 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK}$$

16.2.1. MEZZERIA CAMPATA

Element Number	12
Position Information	J

1 Design Condition

1.1 Design Parameters

■ Partial factors

γ_c for concrete	1.50	γ_v for headed stud	1.25
γ_s for reinforcing steel	1.15	γ_{Ft} for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
γ_{M0} for structural steel	1.05	γ_{Mf} for fatigue strength	1.00
γ_{M1} for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

1.2 Material Information

■ Structural steel

$$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa} \quad E_s = 210000.000 \text{ MPa}$$

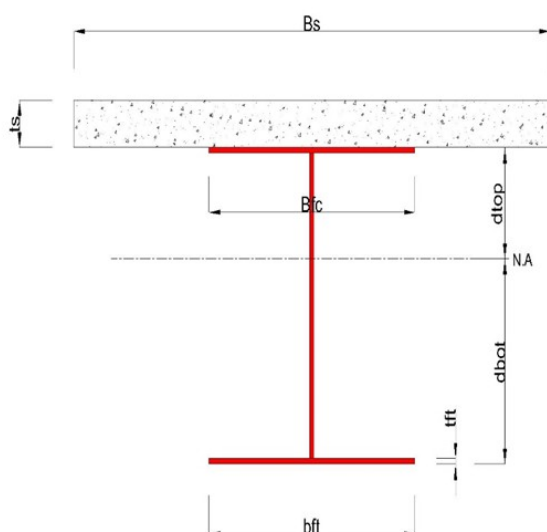
■ Concrete

$$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$$

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

B _c	4680.000	mm	t _c	320.000	mm	H _h	0.000	mm
----------------	----------	----	----------------	---------	----	----------------	-------	----

Girder

H _w	2995.000	mm	B ₁	850.000	mm	B ₂	1000.000	mm
t _w	26.000	mm	t _{r1}	40.000	mm	t _{r2}	50.000	mm

■ Section Stiffness

Before

A _a	169870.000	mm ²
I _{y,a}	252753382027.640	mm ⁴
I _{z,a}	6670662177.972	mm ⁴
C _{y,a}	489.969	mm
C _{z,a}	1430.293	mm

After

A _c	412887.691	mm ²
I _{y,c}	584084728630.532	mm ⁴
I _{z,c}	450226552573.400	mm ⁴
C _{y,c}	495.873	mm
C _{z,c}	2498.394	mm

Crack

A _c	179116.000	mm ²
I _{y,c}	282162833565.989	mm ⁴
I _{z,c}	22943770159.552	mm ⁴
C _{y,c}	495.873	mm
C _{z,c}	1524.691	mm

2 Bending Resistance

2.1 Positive Moment

■ Design load

Load combination name : SLU13

N _{a,Ed}	98.091	kN
N _{c,Ed}	789.611	kN
M _{a,Ed}	20205.634	kN · m
M _{c,Ed}	42774.621	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-420.873	mm	z ₁	586.606	mm	σ ₁	-169.697	MPa
	y ₂	-8.873	mm	z ₂	586.606	mm	σ ₂	-172.739	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Right	y ₁	429.127	mm	z ₁	586.606	mm	σ ₁	-175.973	MPa
	y ₂	17.127	mm	z ₂	586.606	mm	σ ₂	-172.931	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-495.873	mm	z ₁	-2498.394	mm	σ ₁	303.404	MPa
	y ₂	-8.873	mm	z ₂	-2498.394	mm	σ ₂	299.808	MPa
Right	y ₁	504.127	mm	z ₁	-2498.394	mm	σ ₁	296.021	MPa
	y ₂	17.127	mm	z ₂	-2498.394	mm	σ ₂	299.616	MPa

Web

Right	y ₁	4.127	mm	z ₁	546.606	mm	σ ₁	-166.708	MPa
	y ₂	4.127	mm	z ₂	-2448.394	mm	σ ₂	292.053	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

- Plastic resistance moment, M_{pl,Rd}

Plastic NA = 2983.444 mm

N_{slab} = 29702.400 kN

N_{g,top} = 12036.348 kN (Upper side of PNA)

N_{g,bot} = 41738.748 kN (Lower side of PNA)

M_{pl,Rd} = 93738.662 kN · m

x_{pl} = 421.556 mm

M_{Rd} = β M_{pl,Rd} = 93738.662 kN · m

here, β = 1.000

M_{Rd} = 93738.662 kN · m > M_{Ed} = 62980.255 kN · m ...OK

2 Bending Resistance

2.2 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU16

N _{a,Ed}	72.660	kN
N _{c,Ed}	-599.677	kN

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$M_{a,Ed}$	14967.136	kN · m
$M_{c,Ed}$	-2432.927	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-420.873	mm	z_1	1560.309	mm	σ_1	-80.893	MPa
	y_2	-8.873	mm	z_2	1560.309	mm	σ_2	-87.353	MPa
Right	y_1	429.127	mm	z_1	1560.309	mm	σ_1	-94.221	MPa
	y_2	17.127	mm	z_2	1560.309	mm	σ_2	-87.761	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-495.873	mm	z_1	-1524.691	mm	σ_1	76.365	MPa
	y_2	-8.873	mm	z_2	-1524.691	mm	σ_2	68.729	MPa
Right	y_1	504.127	mm	z_1	-1524.691	mm	σ_1	60.685	MPa
	y_2	17.127	mm	z_2	-1524.691	mm	σ_2	68.321	MPa

Web

Right	y_1	4.127	mm	z_1	1520.309	mm	σ_1	-85.533	MPa
	y_2	4.127	mm	z_2	-1474.691	mm	σ_2	65.995	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	4
Bottom flange	1
Section	4

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	169870.000	mm ²
$I_{y,a,eff}$	252753382027.640	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	6670662177.972	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	489.969	mm
$C_{z,a,eff}$	1430.293	mm

After

$A_{c,eff}$	112482.983	mm ²
$I_{y,c,eff}$	232219770131.799	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	450226552573.400	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	495.873	mm
$C_{z,c,eff}$	1329.423	mm

- Effective stiffness for M_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	153809.034	mm ²
$I_{y,a,eff}$	247481622807.290	mm ⁴

After

$A_{c,eff}$	166674.302	mm ²
$I_{y,c,eff}$	275510044545.017	mm ⁴

$I_{z,a,eff}$	6670662177.972	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	489.969	mm
$C_{z,a,eff}$	1162.361	mm

$I_{z,c,eff}$	22943770159.552	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	495.873	mm
$C_{z,c,eff}$	1516.269	mm

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} \cdot (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 117.098 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{a,top} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (Z_{t,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (Z_{t,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= -103.091 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a,bot} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (Z_{b,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (Z_{b,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= 57.552 \text{ MPa}$$

$$k = 24.147 : \text{the lowest factor such that a stress limit is reached.}$$

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed}) + \Delta M_{c,Ed} = 58631.907 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 58631.907 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 58631.907 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -2432.927 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \dots \text{OK}$$

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{Ed} = -333.811 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = 20205.634 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = 19877.897 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = 112.185 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = 980.714 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1092.899 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 151590.163 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 151590.163 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 46608.904 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-420.873	mm	z_1	586.606	mm	σ_1	-149.253	MPa
	y_2	-8.873	mm	z_2	586.606	mm	σ_2	-152.461	MPa
Right	y_1	429.127	mm	z_1	586.606	mm	σ_1	-155.870	MPa
	y_2	17.127	mm	z_2	586.606	mm	σ_2	-152.663	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-495.873	mm	z ₁	-2498.394	mm	σ ₁	202.942	MPa
	y ₂	-8.873	mm	z ₂	-2498.394	mm	σ ₂	199.151	MPa
Right	y ₁	504.127	mm	z ₁	-2498.394	mm	σ ₁	195.158	MPa
	y ₂	17.127	mm	z ₂	-2498.394	mm	σ ₂	198.949	MPa

Web

Right	y ₁	4.127	mm	z ₁	546.606	mm	σ ₁	-148.003	MPa
	y ₂	4.127	mm	z ₂	-2448.394	mm	σ ₂	193.351	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

■ Plastic resistance moment, M_{pl,Rd}

Plastic NA = 2983.444 mm

N_{slab} = 29702.400 kN
N_{rebar,t} = 0.000 kN (Upper side of PNA)
N_{rebar,b} = 0.000 kN (Lower side of PNA)
N_{g,top} = 12036.348 kN (Upper side of PNA)
N_{g,bot} = 41738.748 kN (Lower side of PNA)

M_{pl,Rd} = 93738.662 kN · m

■ Calculation. V_{bw,Rd}

Web

■ Contribution from the web

α = a/h_w = 0
k_r = 4.1 + (6.3 + 0.18 · I_{sl} / (t³ · h_w)) / α² + 2.2 · (I_{sl} / (t³ · h_w))^{1/3} = 0
I_{sl} = 118175444.092 mm⁴
t = 26.000 mm

λ_w = h_w / (86.4 · t · ε) = 1.639

X_w = 1.37 / (0.7 + λ_w) = 0.586 λ_w ≥ 1.08

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 8499.589 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 8499.589 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 1092.899 \text{ kN}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.129 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd0} = 53769.188 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution.

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yd} / \gamma_{M0}} = 0.988$$

$$M_{f,Rd} = \text{Reduction factor for } N_{Ed} \cdot M_{f,Rd0} = 53115.261 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$\text{where, } M_{f,Rd} = 53115.261 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 151590.163 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i) W)$$

$$c = a \cdot \left(0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) = 0.000$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.129 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = 887.701 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 62980.255 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_1 = -287.899 \text{ kN}$$

$$V_2 = 537.810 \text{ kN}$$

$$M_1 = 61233.087 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 60324.068 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 93738.662 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 72515.902 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

$$\begin{aligned}
 L &= 4.000 \text{ m} \\
 c &= C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2 \\
 \gamma &= c \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.000 \\
 \mu &= V_2 / V_1 = 0.535 \\
 \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2/M_1) / (1 + \mu) = 0.019 \\
 m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.002 \\
 m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.002 \\
 m &= \min(m_1, m_2) = 1.002 \\
 \alpha_{LT} &= 0.760 \\
 \lambda_{LT} &= 1.103 \cdot L/b \cdot \sqrt{(f_y/E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wo}/(3 \cdot A_i))} = 0.228 \\
 \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.536 \\
 X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.97839008 \\
 M_{Rd} &= 93738.662 \text{ kN} \cdot \text{m} \\
 M_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot M_{Rd} = 91712.977 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

- $N_{b,Rd}$ Axial buckling resistance

$$\begin{aligned}
 X_{LT,N} &= 0.936 \\
 N_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 130641.738 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.693505325$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU14

$$\begin{aligned}
 N_{c,el} &= 16212.794 \text{ kN} \\
 N_{c,f} &= 29702.400 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= 40083.531 \text{ kN} \cdot \text{m} \\
 V_{Ed} &= 980.714 \text{ kN} \\
 M_{pl,Rd} &= 93738.662 \text{ kN} \cdot \text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 72515.902 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

- Shear resistance of a single connector

$$\begin{aligned}
 P_{Rd,1} &= 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_v = 81.656 \text{ kN} \\
 P_{Rd,2} &= 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_v = 91.363 \text{ kN} \\
 P_{Rd} &= \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



where, f_u = 450.000 MPa
 α = 1 for $h_{sc}/d > 4$
 Num. = 3
 d = 19.000 mm
 h_{sc} = 250.000 mm
 Space = 200.000 mm

- Verification

$V_{L,Ed}$ = $V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I)$ = 303.958 kN/m
 $V_{L,Rd}$ = $P_{Rd} \cdot Num./Space$ = 1224.844 kN/m
 $V_{L,Ed}$ < $V_{L,Rd}$... OK

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : SLE4_CAR

$\sigma_{Ed,ser}$ = -250.603 MPa (Bottom-left fiber in the flange)
 $T_{Ed,ser}$ = 10.428 MPa (Neutral axis in the web)

$\sigma_{Ed,ser}$ < $f_y / \gamma_{M,ser}$
 -250.603 MPa < 335.000 MPa ... OK

$T_{Ed,ser}$ < $f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})$
 10.428 MPa < 204.959 MPa ... OK

$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)}$ < $f_y / \gamma_{M,ser}$
 251.253 MPa < 335.000 MPa ... OK

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : SLE1_CAR

$\sigma_c \leq k_1 f_{ck}$
 15.060 MPa < 21.000 MPa ... OK

- In the reinforcement

Load combination name : SLE1_CAR

$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$
 -55.605 MPa

Rebar is under compression. No need to check.

9 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Load combination name : SLE2_CAR

$$\begin{aligned} P_{Rd,1} &= 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \text{ kN} \\ P_{Rd,2} &= 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \text{ kN} \\ P_{Rd} &= \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ kN} \\ P_{Rd,ser} &= k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \text{ kN} \end{aligned}$$

where, $f_u = 450.000 \text{ MPa}$
 $\alpha = 1$ for $h_{sc}/d > 4$
 Num. = 3
 $d = 19.000 \text{ mm}$
 $h_{sc} = 250.000 \text{ mm}$
 Space = 200.000 mm
 $k_s = 0.750$

- Verification

$$\begin{aligned} V_{L,Ed} &= V_{Ed} \cdot (A \cdot z / l) = 225.928 \text{ kN/m} \\ V_{L,Rd} &= P_{Rd,ser} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 918.633 \text{ kN/m} \\ V_{L,Ed} &< V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

16.3. STIMA DEGLI EFFETTI DEL VARO

Si riporta la verifica sintetica nella condizione di sbalzo massimo considerando un avambecco di lunghezza pari a 21.4m con un pesi di 19.4x3=58.2 kN/m.



Per la stima dell'azione sullo sbalzo in termini di flessione ed azione di taglio, nella condizione di sbraccio massimo Lmax pari a 70.5m, corrispondente alla luce massima della campate si ha:

concio	avambecco	1	2	3	4	5	
L	21.4	10.6	11	11	11	11	
prog. Concio (m)	21.4	32	43	54	65	76	
peso kN/m	15	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2	
zavorra (kN)	0	0	0	0	0	0	
peso tot (kN)	321	616.9	640.2	640.2	640.2	640.2	
70.5	59.8	43.8	33	22	11	0	
	1	1	1	1	1	1	Med

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



	19195.8	27021.1	21126.6	14084.4	7042.2	0.0	88470.1
--	---------	---------	---------	---------	--------	-----	---------

Si è considerato un peso dell'avambecco di 15 kN/m ed un peso al metro di impalcato di $2.5 \times 11.29 = 28$ kN/m.

Il momento di sollecitazione di $88470/3 = 29490$ kNm in corrispondenza della sezione di tipo 5 e risulta inferiore al valore SLU di verifica della sezione (el.25) pari a $(-16123 - 23582) = -39705$ kNm

Elem	Positive/Negative	Lcom	Type	Top Class	Bot Class	Web Class	Sect. Class	Ma,Ed (kN*m)	Mc,Ed (kN*m)	Totale	Mel,Rd (kN*m)	Sezione
25	Neg	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	-16123	-23582	-39705	-63977.3	C5

Il momento resistente elastico per la sezione è pari a -63977 kNm.

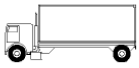
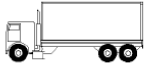
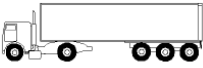
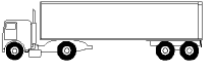
17. VERIFICHE A FATICA

17.1. INTRODUZIONE

Con riferimento al §5.4.3 delle NTC2018, per strutture, elementi strutturali e dettagli sensibili a fenomeni di fatica vanno eseguite opportune verifiche. Vengono svolte le verifiche a fatica per vita illimitata adottando gli spettri di carico associati. In assenza di studi specifici, volti alla determinazione dell'effettivo spettro di carico che interessa il ponte, si fa riferimento ai modelli descritti nel seguito.

17.2. MODELLO DI CARICO A FATICA

Secondo quanto previsto dalle NTC18 al § 5.1.4.3, per la verifica a vita illimitata si prevede il modello di carico di fatica 2, sulla corsia identificata come lenta. Si riportano le cinque configurazioni di sagoma del veicolo.

SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	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

I delta di tensione si determinano in base agli effetti più severi dei diversi autocarri, considerati separatamente, che viaggiano da soli sulla corsia.

In particolare per le verifiche delle componenti strutturali si è assunto il più gravoso dei casi analizzati riportando direttamente le sollecitazioni di involucro.

Si riportano i grafici delle sollecitazioni.

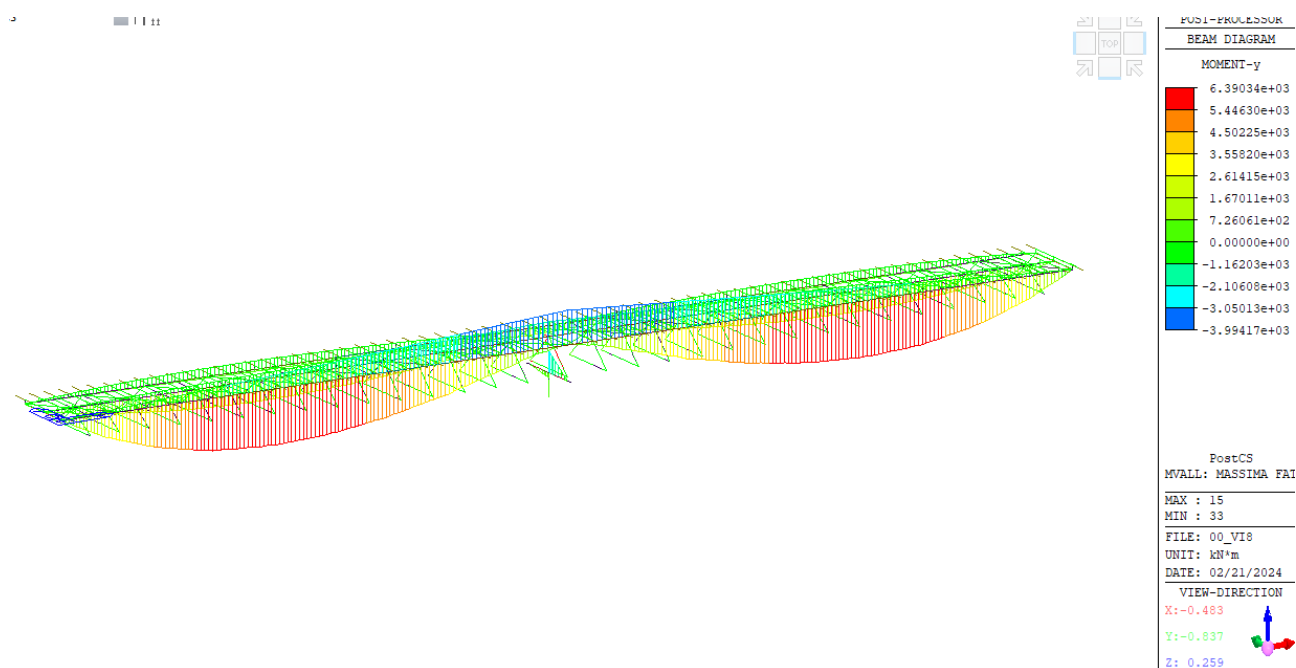


Fig. 1: q1 fatica - involucro del momento flettente [kNm]

17.3. COEFFICIENTI PARZIALI PER LA RESISTENZA A FATICA

I valori dei coefficienti γ_{Mf} adottati nelle verifiche a fatica sono riportati nella seguente tabella, estratta dalla circolare delle NTC18.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_f = 1$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alle azioni di fatica

$\gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alla resistenza a fatica

$\gamma_{Mf} = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a fatica

Metodo di valutazione	Conseguenze del collasso	
	Basse conseguenze	Alte conseguenze
metodo del "danneggiamento accettabile"	1,00	1,15
metodo della "vita sicura"	1,15	1,35

17.4. METODI DI VERIFICA

Per la verifica a fatica secondo il criterio della vita illimitata, l'ampiezza di tensione di riferimento è quella ad ampiezza costante, definita come

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot \Delta\sigma_C$$

dove $\Delta\sigma_C$ è il valore della classe del dettaglio.

Verifica a vita illimitata

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$$

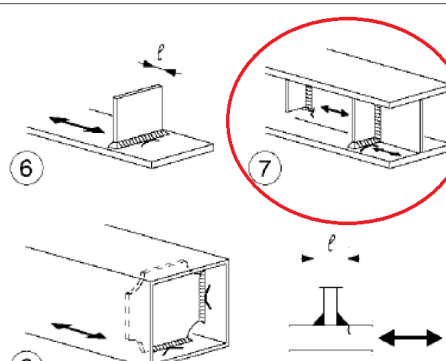
dove $\Delta\sigma_D$ sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

17.5. VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA

Nelle verifiche a fatica le tensioni considerate sono coerenti con quelle alle quali è riferita la curva S-N del dettaglio. Per le successive verifiche si farà riferimento a tre dettagli tipologici di classe 56, 80 e 90 ritenuti rappresentativi dei dettagli previsti per l'impalcato metallico. A tali dettagli si associa una curva S-N riferita alle tensioni nominali e pertanto ad esse si fa riferimento.

Le resistenze a fatica dei dettagli tipici sono:

Dettaglio 80: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento degli irrigidimenti verticali.

80 (a) 71 (b)		Attacchi trasversali 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda (a) $l' \leq 50$ mm (b) $50 < l' \leq 80$ mm Le classi sono valide anche per nervature anulari	6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti 7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali
--------------------------	---	--	---

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

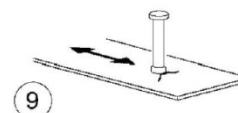
$$\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa}$$

classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96 \text{ MPa}$$

limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Dettaglio 80: effetto saldatura del piolo

80		9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra	
-----------	---	--	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

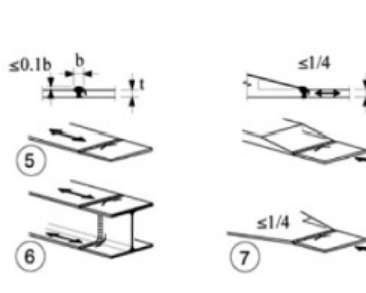
$$\Delta\sigma_c = 80 \text{ MPa}$$

classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96 \text{ MPa}$$

limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Dettaglio 90: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento fra le anime e piattabande di due conci successivi.

90		Saldature senza piatto di sostegno 5) Giunti trasversali in piatti e lamiere 6) Giunti trasversali completi di profili laminati, in assenza di lunette di scarico 7) Giunti trasversali di lamiere e piatti con rastremazioni in larghezza e spessore con pendenza non maggiore di 1:4. Nelle zone di transizione gli intagli nelle saldature devono essere eliminati Per spessori $t > 25$ mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente $k_s = (25/t)^{0.2}$	Saldature effettuate da entrambi i lati e sottoposte a controlli non distruttivi Sovraspessore di saldatura non maggiore del 10% della larghezza del cordone, con zone di transizione regolari Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi Le saldature dei dettagli 5) e 7) devono essere eseguite in piano
-----------	---	---	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$$\Delta\sigma_c = 90 \text{ MPa}$$

classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



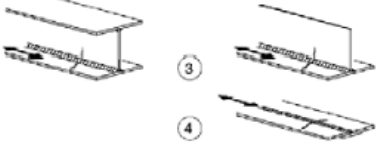
cooprogetti



$$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_C = 66.33 \text{ MPa}$$

limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Dettaglio 112 : per le giunzioni previste per realizzare il collegamento fra le anime e la piattabanda.

112		3) Saldatura automatica a cordoni d'angolo o a piena penetrazione effettuata da entrambi i lati, ma contenente punti di interruzione/ripresa. 4) Saldatura automatica a piena penetrazione su piatto di sostegno, non contenente punti di interruzione/ripresa	4) Se il dettaglio contiene punti di interruzione/ripresa, si deve far riferimento alla classe 100
-----	---	--	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

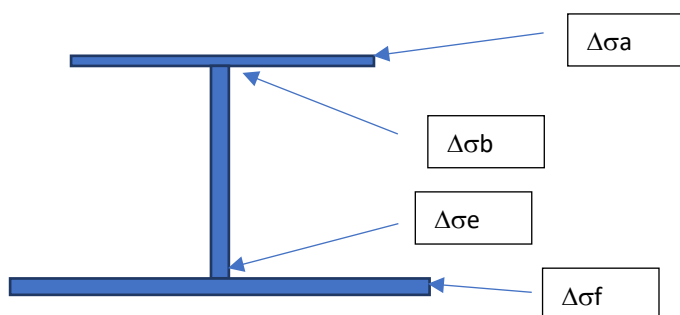
$$\Delta\sigma_C = 112 \text{ MPa}$$

classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_C = 82.54 \text{ MPa}$$

limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Si riportano di seguito le tensioni ed i tassi di sfruttamento a fatica per i dettagli considerati:



	sez.	1	2	3	4
Δσ - piattabande	Δσ(A) Δσ(F)	8.99 25.99	11.20 35.69	9.63 34.42	9.30 34.43
Δσ - anima	Δσ(B) Δσ(E)	8.43 25.43	10.66 34.80	9.30 34.00	9.08 34.13
FATICA_calcolata	ΔσC 90	44.73 44.73	47.37 42.77	44.73 42.77	47.37 44.73
Giunto piattabande	k ampl,sup k ampl,inf	0.91 0.91	0.96 0.87	0.91 0.87	0.96 0.91
	η	0.20 0.58	0.24 0.83	0.22 0.80	0.20 0.77
FATICA_calcolata	ΔσC 90	47.37 47.37	48.75 48.75	48.75 48.75	48.75 48.75
giunto d'anima	k ampl,sup k ampl,inf	0.96 0.96	0.99 0.99	0.99 0.99	0.99 0.99
	η	0.18 0.54	0.22 0.71	0.19 0.70	0.19 0.70
FATICA_calcolata	ΔσC 112	55.66 55.66	58.95 53.23	55.66 53.23	58.95 55.66
collegamento anima	k ampl,sup k ampl,inf	0.91 0.91	0.96 0.87	0.91 0.87	0.96 0.91
piattabanda	η	0.16 0.47	0.19 0.67	0.17 0.65	0.16 0.62
FATICA_calcolata	ΔσC 80	43.67 43.67	43.67 43.67	43.67 43.67	43.67 43.67
irrigidimenti trasversali	η	0.21 0.59	0.26 0.82	0.22 0.79	0.21 0.79

	sez.	5	6	7
$\Delta\sigma$ - piattabande	$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$		
		6.68 28.88	1.29 14.11	-0.94 9.14
$\Delta\sigma$ - anima	$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$		
		6.50 28.64	1.06 13.88	-1.11 8.96
FATICA_calcolata	$\Delta\sigma C$	90		
Giunto piattabande	k ampl,sup	k ampl,inf		
		0.96 0.91	0.81 0.81	0.81 0.81
	η	0.14 0.65	0.03 0.35	0.02 0.23
FATICA_calcolata	$\Delta\sigma C$	90		
giunto d'anima	k ampl,sup	k ampl,inf		
		0.99 0.99	0.96 0.96	0.96 0.96
	η	0.13 0.59	0.02 0.29	0.02 0.19
FATICA_calcolata	$\Delta\sigma C$	112		
collegamento anima	k ampl,sup	k ampl,inf		
piattabanda		0.96 0.91	0.81 0.81	0.81 0.81
	η	0.11 0.52	0.03 0.28	-0.02 0.18
FATICA_calcolata	$\Delta\sigma C$	80		
irrigidimenti trasversali				
	η	0.15 0.66	0.03 0.32	-0.02 0.21

Armatura									
Considerare ferro aggiuntivo nel fondello della predalle				no		Predalle collaborante?		no	
Armatura singolo traliccio (campata)									
Corrente superiore	1	Φ16	Af,cs =	201	mm ²				
Correnti inferiori	2	Φ12	Af,ci =	226	mm ²				
Di default mettere 0	0	Φ20	Af,i1 =	0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²				
Predalle metallica		4		0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0			Parziale	0	mm ²				
Armatura intradosso			Af,inf =	226	mm ²				
Armatura singolo traliccio (appoggio)									
Traliccio, superiore	1	Φ16	Af =	201	mm ²				
Traliccio, inferiore	2	Φ12	Af =	226	mm ²				
Di default mettere 0	1	Φ16	Af,i1 =	201	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²				
Predalle metallica		0		0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0	totale			201	mm ²				
Armatura inferiore	totale			427	mm ²				
				79					
Tralicciatura di parete	2	Φ10.0	passo	200	mm	base	108 mm		

In appoggio si considera la presenza di 1Ø16 inserito nel fondello in corrispondenza di ciascun traliccio.

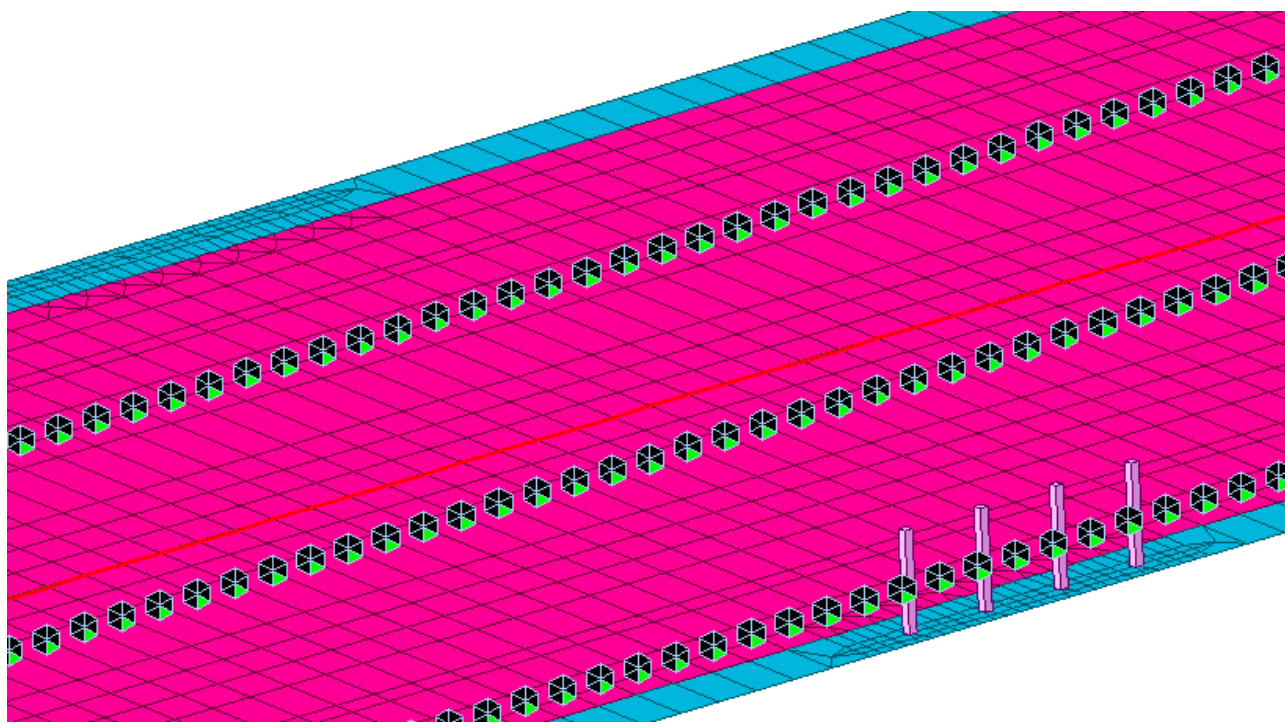
Carichi			
	Valori caratt/m ²	Valori caratt/predalle	Valori SLU/predalle
Peso proprio fondello	1.75 kN/m ²	4.20 kN/m	5.67 kN/m
Peso getto integrativo	6.25 kN/m ²	15.00 kN/m	20.25 kN/m
Eventuale carico accidentale	1.00 kN/m ²	2.40 kN/m	3.60 kN/m
Carico totale	9.00 kN/m ²	21.60 kN/m	29.52 kN/m
Carico totale z. esterna al getto	2.75 kN/m ²	6.60 kN/m	9.27 kN/m
Caratteristiche della sollecitazione (per singola predalle)			
Momento in campata transitorio, SLU	57.6 kNm	<i>calcolato in semplice appoggio sulla luce maggiore</i>	
Momento in campata a getto finito, SLU	36.0 kNm		
Momento sull'appoggio, SLU	-48.3 kNm	Momento sullo sbalzo, SLU	-87.16 kNm
Taglio sull'appoggio, SLU	70.5 kN		

Verifiche di resistenza e stabilità 1a fase					
Campata					
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	-47 kN	$\sigma_{s,sup}$	-233 MPa	σ_s	-151 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	47 kN	$\sigma_{s,inf}$	207 MPa	σ_s	135 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barre superiori N,Ed sup =	-46.8 kN	OK!	< 55.2 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008	
Barre inferiori armatura traliccio	1.000	Coefficienti di ripartizione sulle barre inferiori			
armatura aggiuntiva 1	0.000				
armatura aggiuntiva 2	0.000				
predalle metallica	0.000				
N,Ed traliccio =	23.4 kN	OK!	< 88.5 kN	par.4.2.4.1.2 DM14/1/2008	
N,Ed aggiuntiva 1 =	0.0 kN				
N,Ed aggiuntiva 2 =	0.0 kN				
N,Ed predalle =	0.0 kN				
Appoggio					
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	39 kN	σ_s	195 MPa	σ_s	127 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	-39 kN	σ_s	-92 MPa	σ_s	-60 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barra superiore N,Ed sup =	39.2 kN	OK!	< 79 kN	par. 4.2.4.1.2 DM14/1/2008	
Barre inferiori armatura traliccio	0.529	Coefficienti di ripartizione sulle barre inferiori			
armatura aggiuntiva 1	0.471				
armatura aggiuntiva 2	0.000				
predalle metallica	0.000				
N,Ed traliccio =	-10.4 kN	OK!	< 12.3 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008	
N,Ed aggiuntiva 1 =	-18.5 kN	OK!	< 31 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008	
N,Ed aggiuntiva 2 =	0.0 kN				
N,Ed predalle =	0.0 kN				
Barra di parete N,Ed parete =	-7 kN	OK!	< 17 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008	

1.1. DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI

Per la determinazioni degli stati di sollecitazione è stato realizzato il modello della soletta con elementi bidimensionali "plate".

Le travi sono considerate come punti fissi. Di seguito di riporta il modello utilizzato con l'indicazione dei vincoli forniti dalle travi e dai traversi di testata.



I riferimenti normativi per le verifiche condotte sono da individuarsi come segue:

- Le verifiche di resistenza a flessione sono condotte ai sensi del par. 4.1.2.1.2.4 del DM 17.1.2018;

1.1.1 CARICHI PERMANENTI

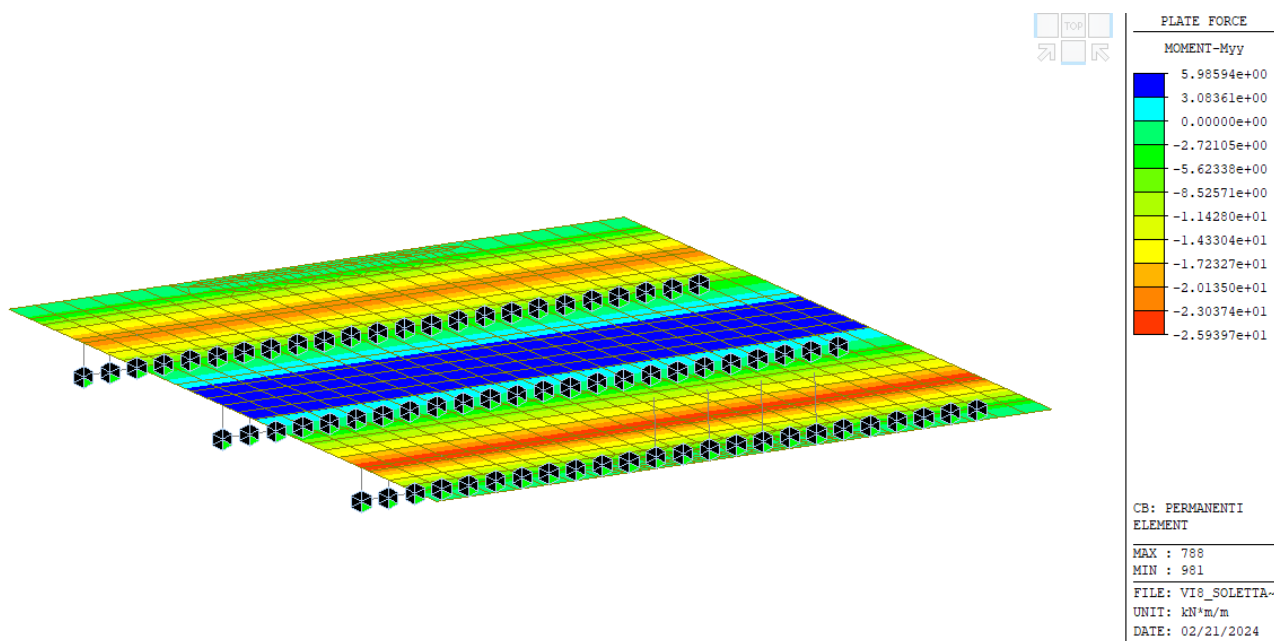
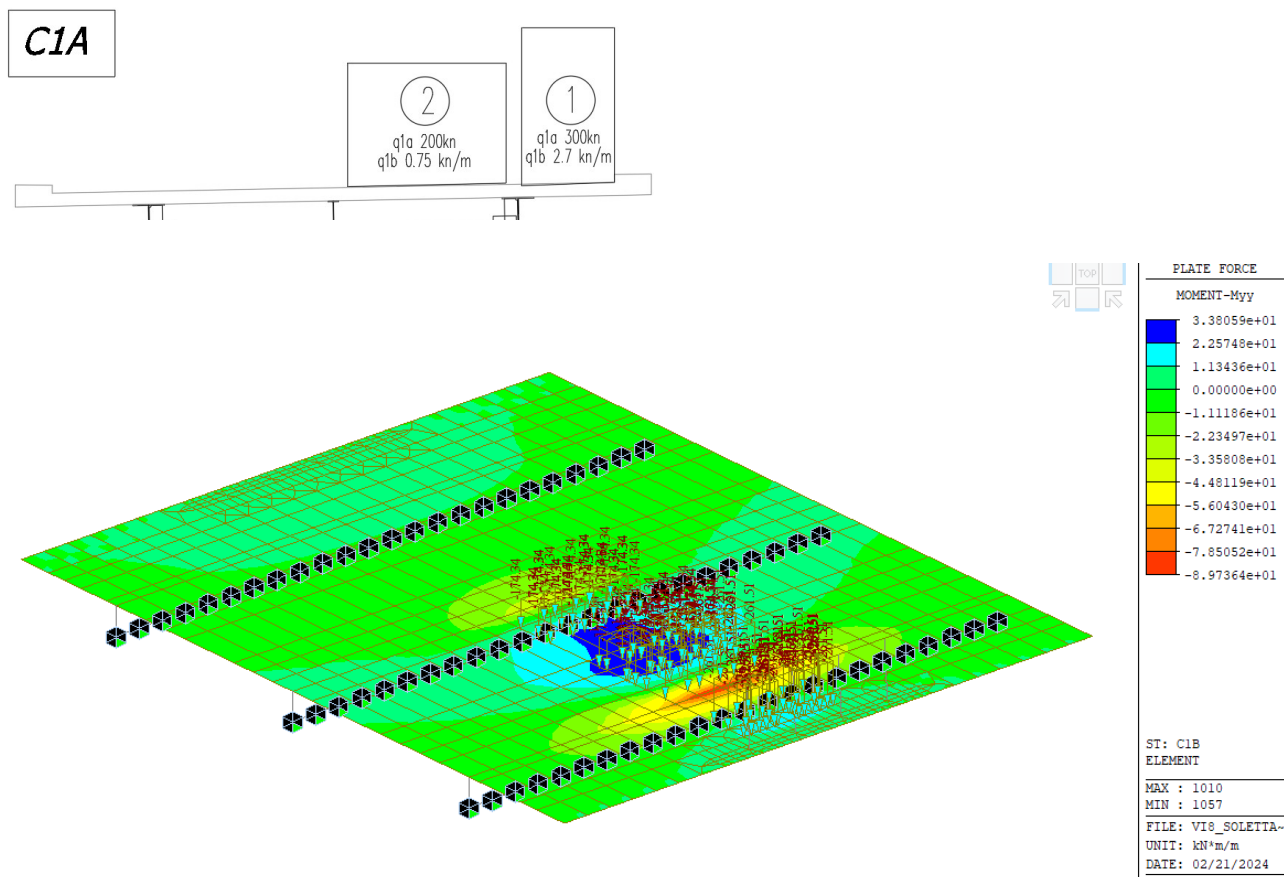


Diagramma dei momenti flettenti per carichi permanenti

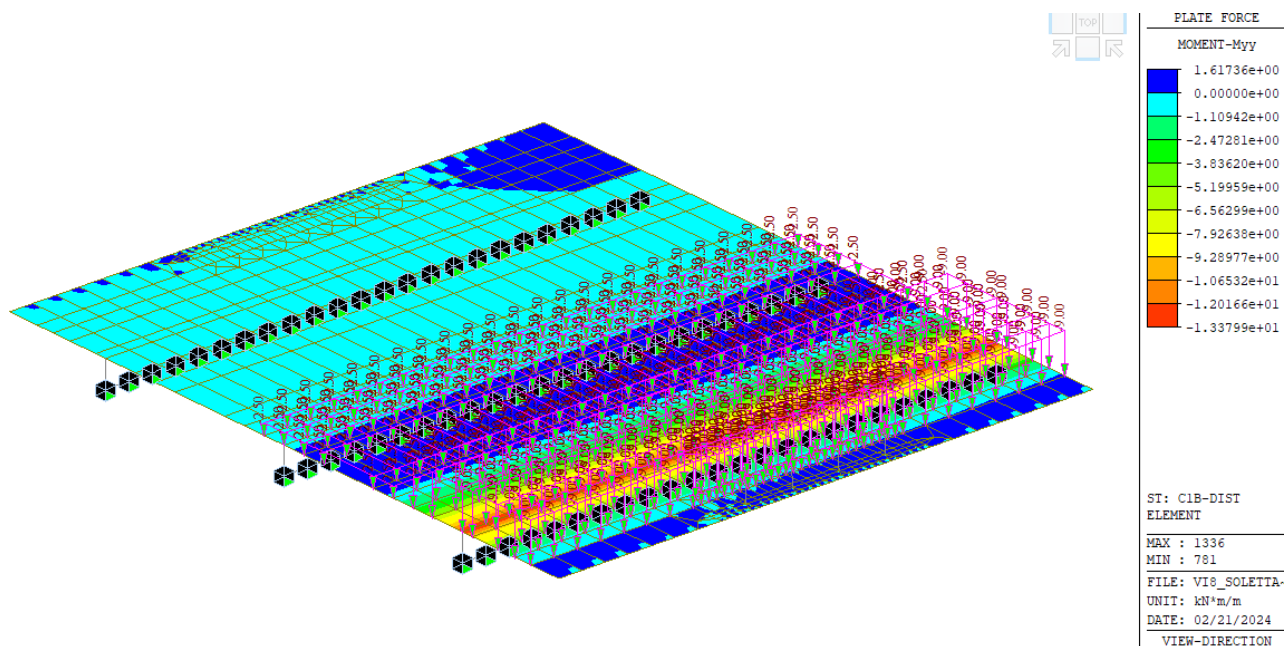
-Momento negativo sulla trave esterna: -26 kNm/m
-Momento positivo: 5 kNm/m

1.1.2 CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO NEGATIVO SULLA TRAVE ESTERNA

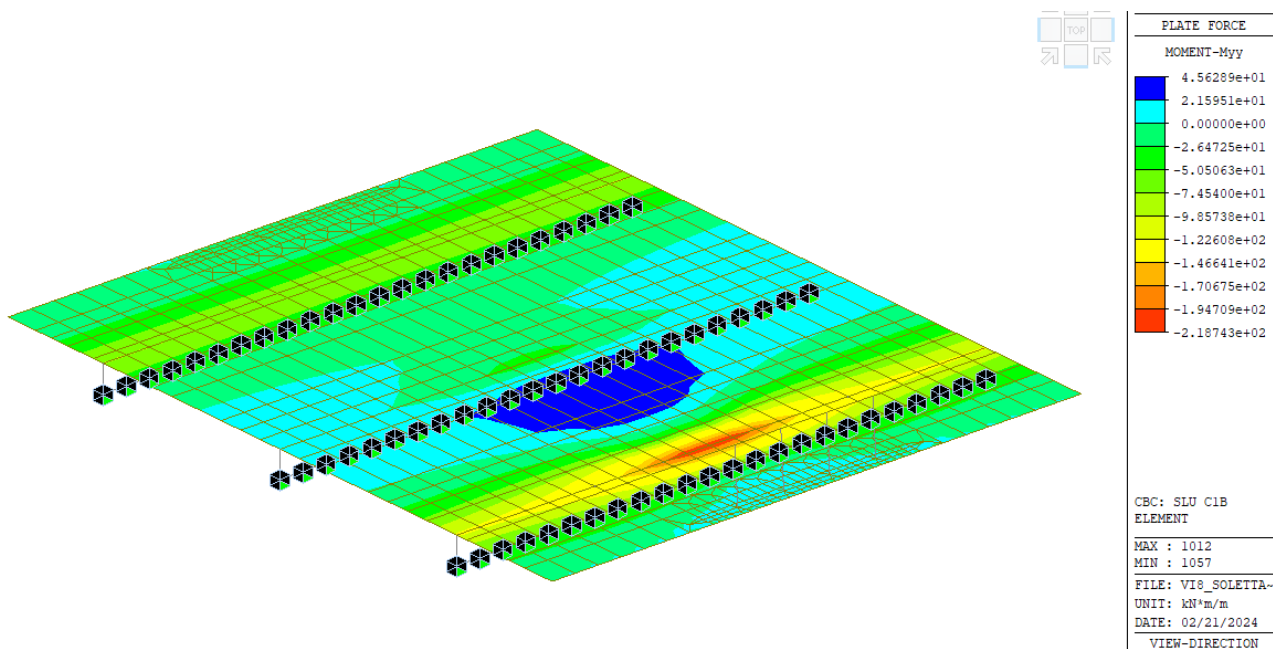
1.1.2.1 Condizione C1b



Andamento del Momento sulla trave esterno, carichi Tandem C1b



Andamento del Momento sulla trave esterno, carichi Distribuito C1b



Andamento del Momento sulla trave esterno, combinazione SLU C1B

1.1.2.1 verifica a momento negativo

Per la verifica è stata considerata la seguente combinazione;

PROGETTAZIONE ATI:
GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

	LoadCase	Factor
►	Permanenti(CBC)	1.5000
	peso_soletta(ST)	1.3500
	C1b(ST)	1.3500
	c1b-dist(ST)	1.3500

Il momento negativo slu massimo è pari a 218 kNm/m

Per la verifica si prevede la seguente armatura;

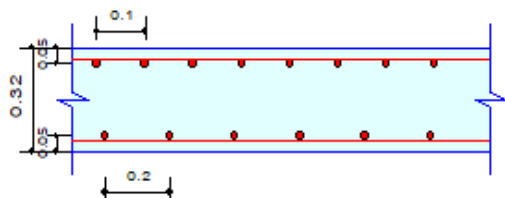
Armatura sup. : $\varnothing 24/15$

Armatura inf. : $\varnothing 20/20$

1. Design Condition

Design Type	: Plate Beam (1D)
Sub-Domain	: soletta 32
Design Code	: Eurocode2-2:05
Unit System	: kN, m, / m
Material Data	: fck = 35000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa
Thickness	: 0.32 m

2. Section Diagram



Element No : 1011

Rebar Pattern

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Layer 1	P24@0.15	P20@0.20

Total Rebar Area Ast = 0.00458333 m²/m

Using Stirrups Spacing : No Stirrup

3. Bending Moment Capacity

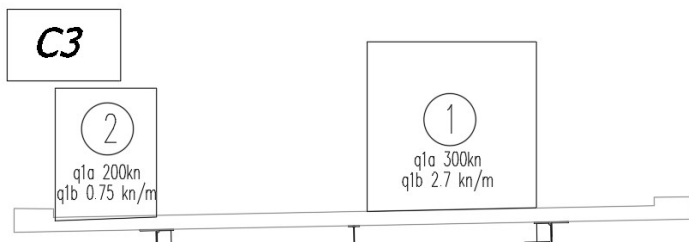
	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Mu	218.63	77.45
Element No.	1031	1034
Load Combination	SLU C1b	SLU C3
Mr	283.08	155.57
Check Ratio (Mu/Mr)	0.7723	0.4979
Using Rebar(As)	0.0030	0.0016

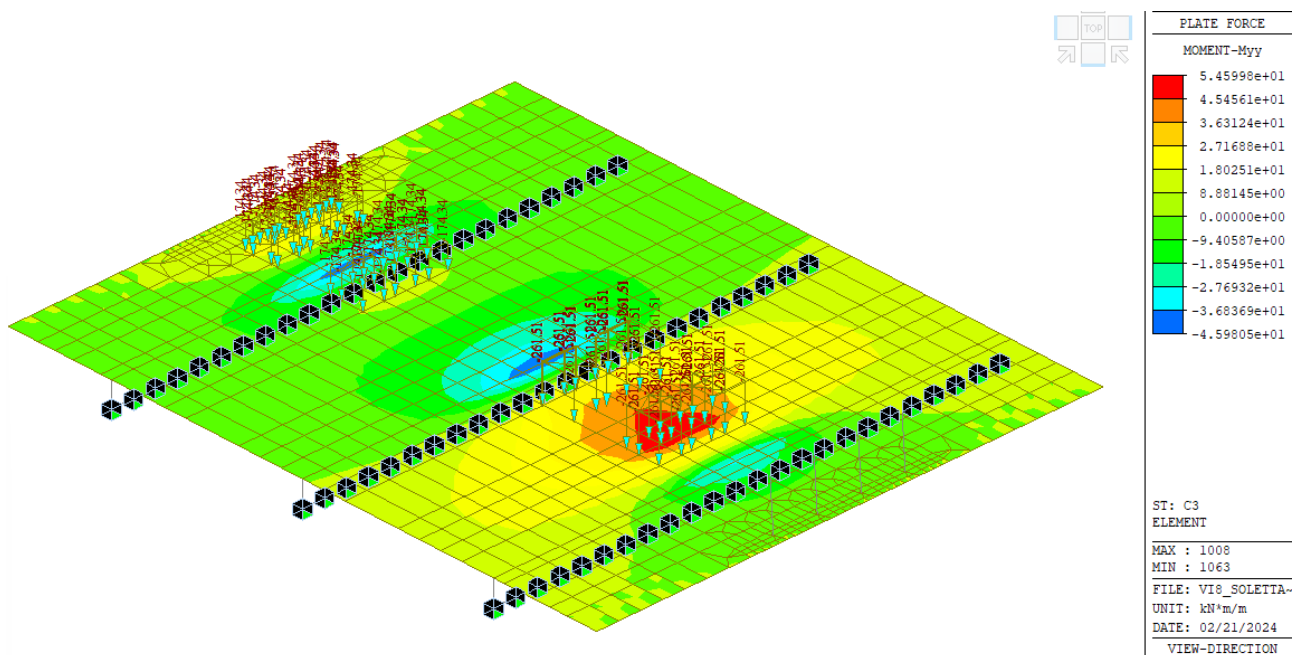
4. Shear Capacity

Element No.	1030			
Load Combination	SLU C1b			
Applied Shear Force	V_Ed	=	189.889	
Shear Strength (Out of plane)	V_Rdc	=	204.549	V_Rds = 0.00000
Shear Ratio	V_Ed/V_Rd= 189.889 / 204.549 = 0.928 < 1.000 O.K			

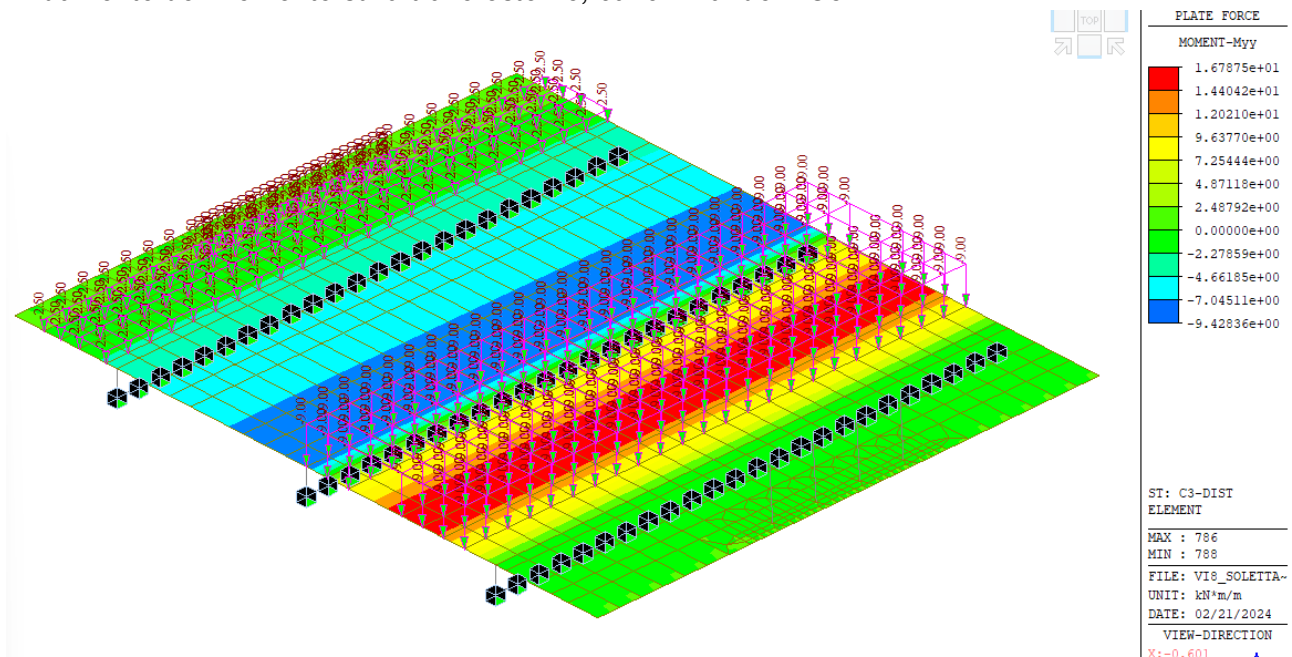
1.1.3 CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO POSITIVO

1.1.3.1 Condizione C3

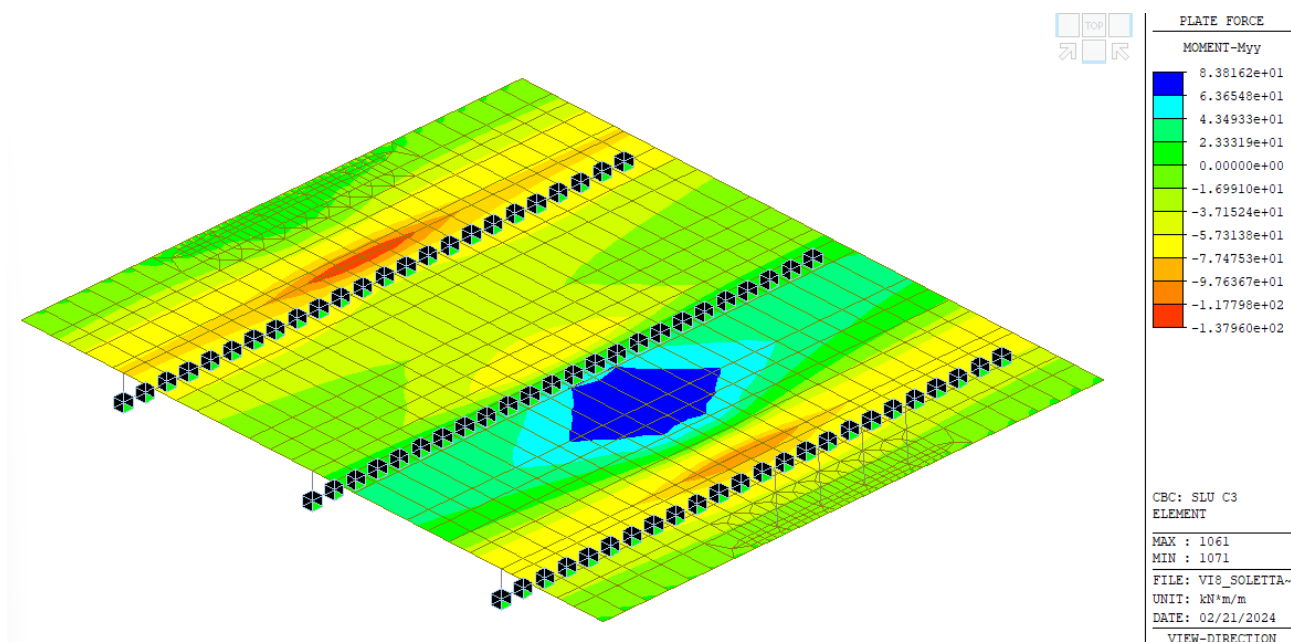




Andamento del Momento sulla trave esterno, carichi Tandem C3



Andamento del Momento sulla trave esterno, carichi C3-dist



Andamento del Momento sulla trave esterno, combinazione SLU C3

1.1.3.2 verifica a momento positivo

Per la verifica è stata considerata la seguente combinazione;

	LoadCase	Factor
►	Permanenti(CBC)	1.5000
	peso_soletta(ST)	1.3500
	C3(ST)	1.3500
	c3-dist(ST)	1.3500

Il momento positivo slu massimo è pari a 83 kNm/m

Per la verifica si prevede la seguente armatura;

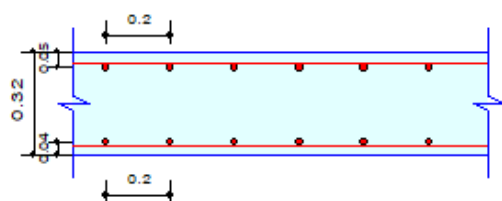
Armatura sup. : $\varnothing 16/20$

Armatura inf. : $\varnothing 22/20$

1. Design Condition

Design Type : Plate Beam (1D)
Sub-Domain : soletta 32 d 22
Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m, / m
Material Data : $f_{ck} = 35000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
Thickness : 0.32 m

2. Section Diagram



Element No : 1011

Rebar Pattern

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Layer 1	P16@0.20	P22@0.20

Total Rebar Area $A_{st} = 0.002905 \text{ m}^2/\text{m}$

Using Stirrups Spacing : No Stirrup

3. Bending Moment Capacity

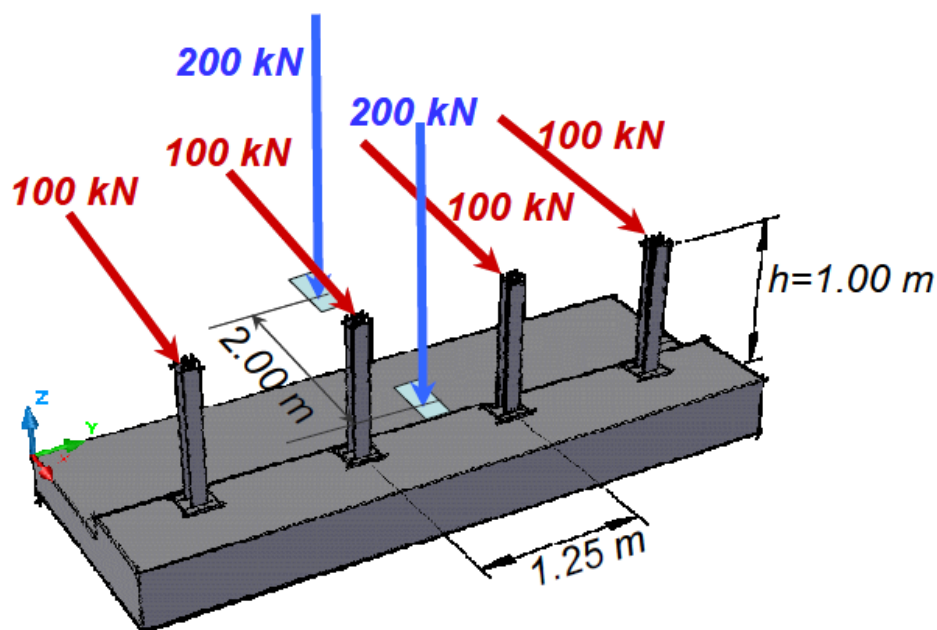
	Top(Negative)	Bottom(Positive)
M_u	70.48	83.43
Element No.	1038	1035
Load Combination	SLU C3	SLU C3
M_r	101.83	194.07
Check Ratio (M_u/M_r)	0.6921	0.4299
Using Rebar(A_s)	0.0010	0.0019

4. Shear Capacity

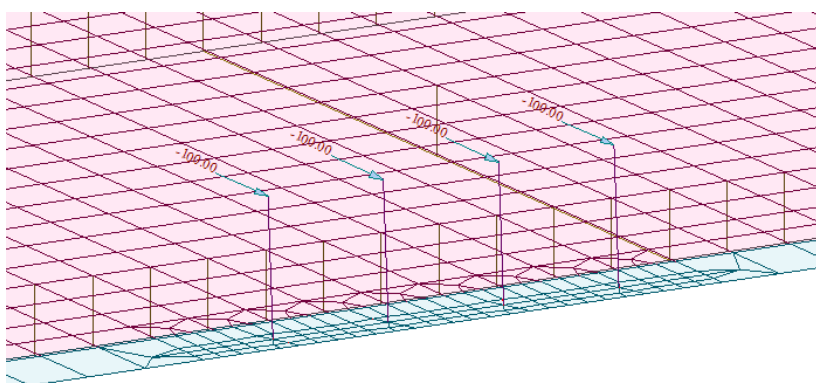
Element No. 1012
Load Combination SLU C3
Applied Shear Force $V_{Ed} = 139.753$
Shear Strength (Out of plane) $V_{Rdc} = 178.208$ $V_{Rds} = 0.00000$
Shear Ratio $V_{Ed}/V_{Rd} = 139.753 / 178.208 = 0.784 < 1.000 \dots \text{O.K.}$

1.1.1. CONDIZIONE DI VEICOLO IN SVIO

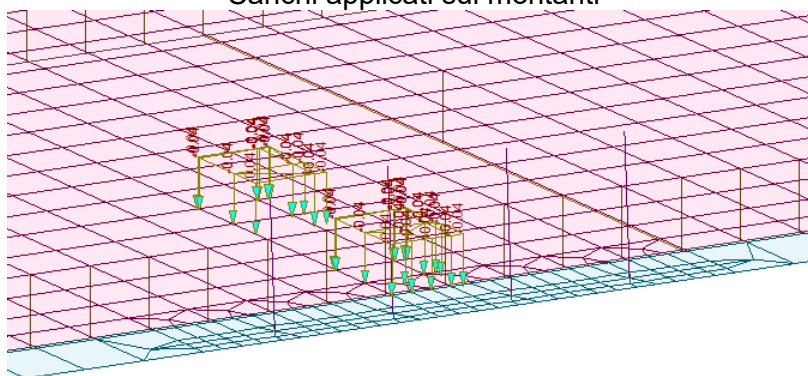
Per la verifica del veicolo in svio si adotta il seguente schema di 4 forze da 100kN associate allo schema di carico 2:



Schema di carico per condizioni di progetto più severe.



Carichi applicati sui montanti



Carico schema 2 concomitante

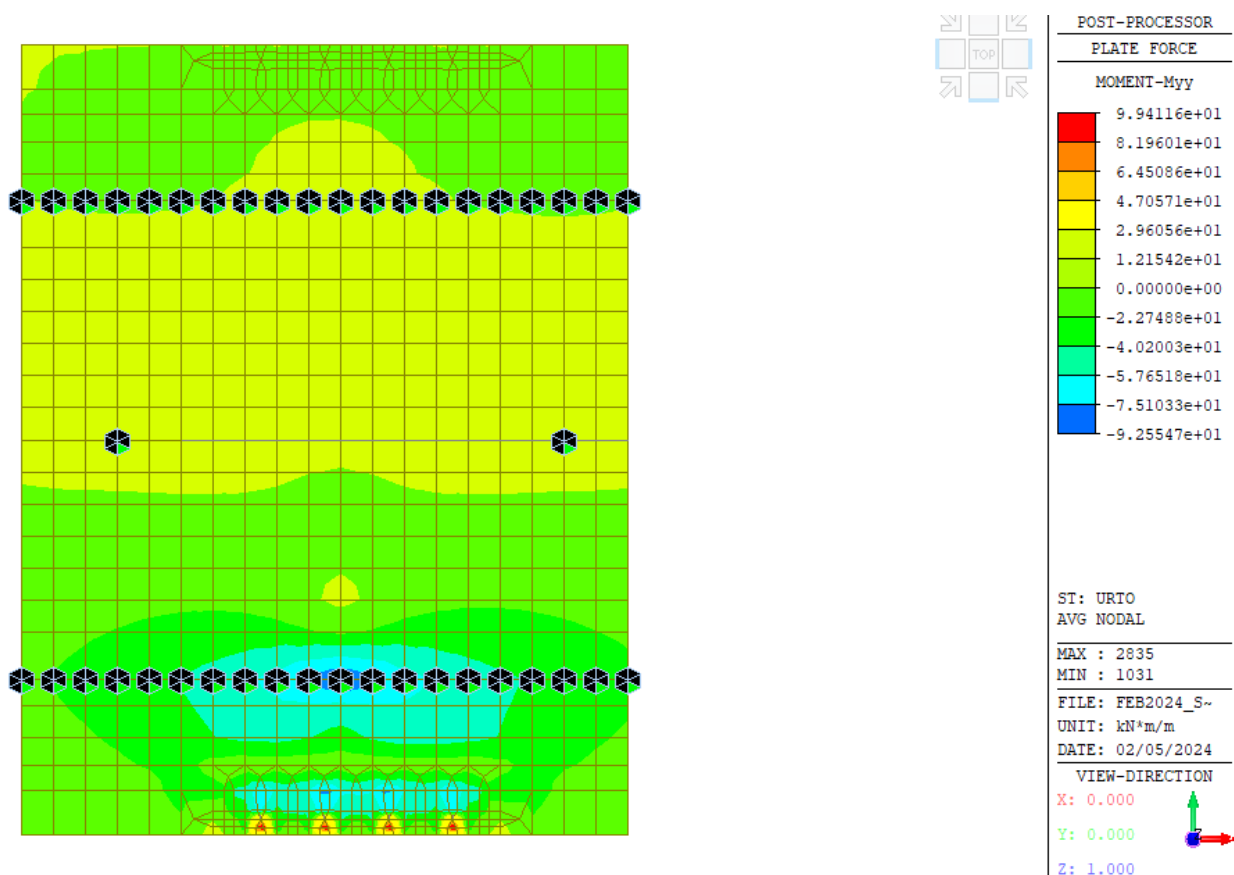
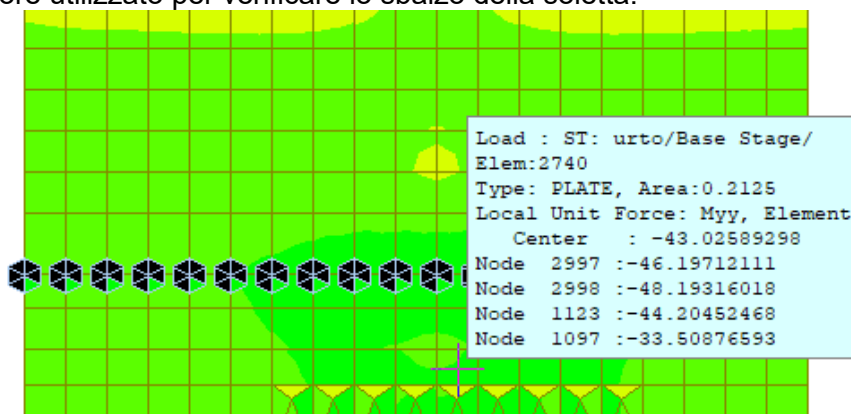
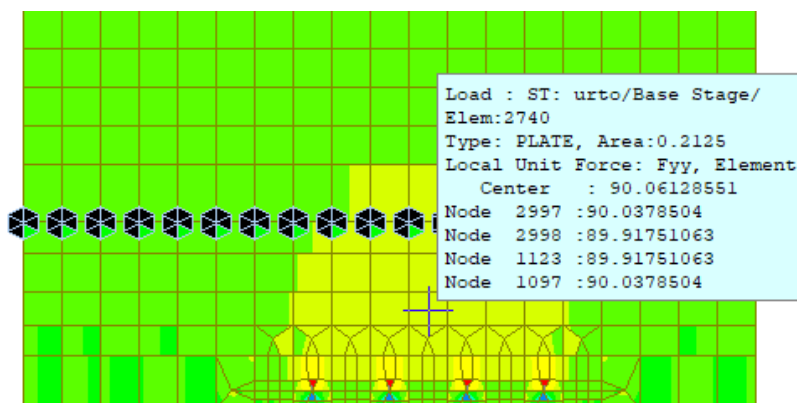


Diagramma del momento flettente (in rosso l'asse trave – in blu la sezione di spiccato del cordolo)

Il valore del momento flettente in corrispondenza della trave è pari a 92.5 kNm/metro minore del valore utilizzato per verificare lo sbalzo della soletta.



Valore del momento flettente allo spiccato del cordolo



Valore della trazione allo spiccatto del cordolo

In corrispondenza della sezione di spiccatto la sollecitazione flettente è minore di 50 kNm/metro ed una trazione di 90 kN/m.

Considerando un momento flettente aggiuntivo di 12 kNm/metro dovuto ai pesi permanenti ed alla barriera si ha la seguente verifica a tenso-flessione.

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	32

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	28

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

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N	Ed	0	kN
-90			

M	Ed	0	kNm
-60			

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 450 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 25.5 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 2.25 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M xRd -170.4 kN m
 σ_c -25.5 N/mm²
 σ_s 450 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 22.82 ‰
 d 27 cm
 x 3.591 x/d 0.133
 δ 0.7

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

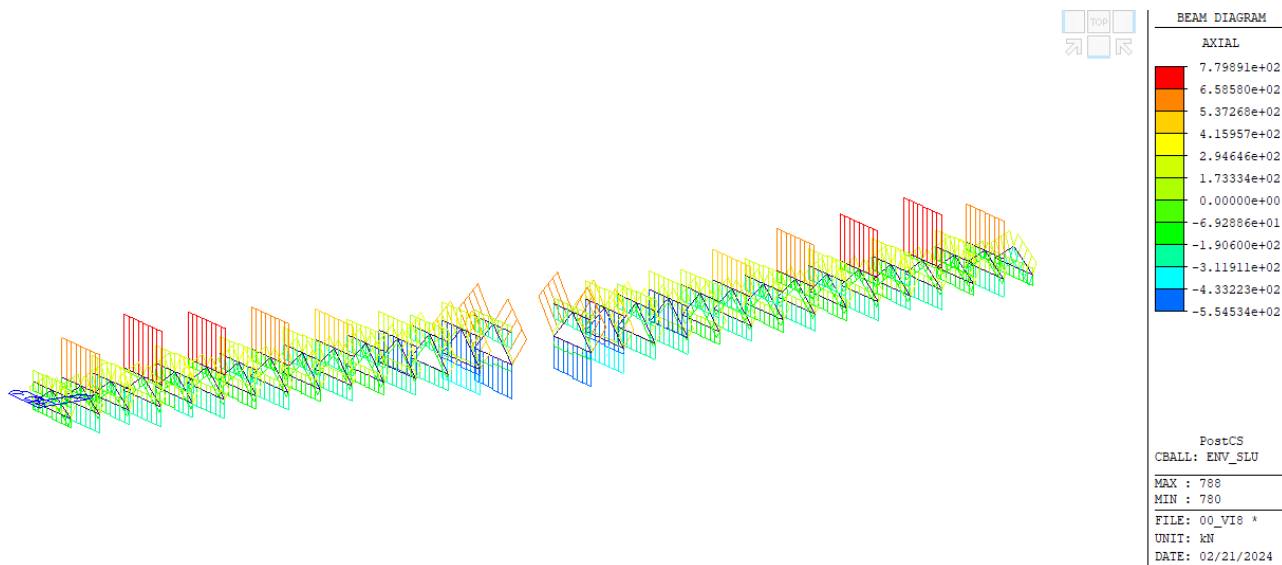
Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
 L_0 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

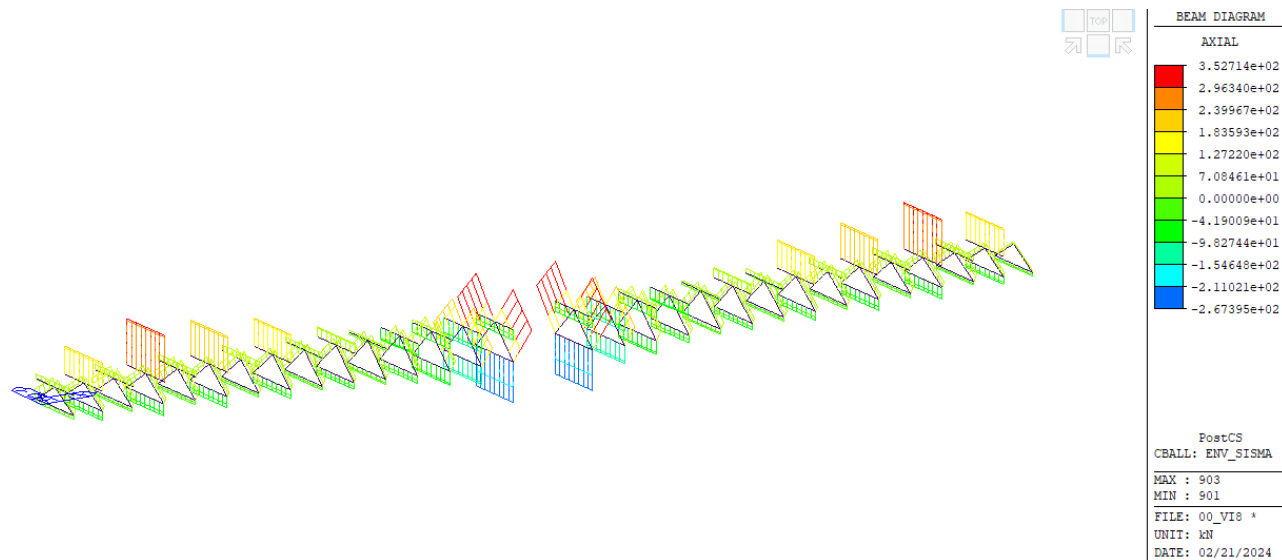
18. TRAVERSI

18.1. TRAVERSO CORRENTE

Il modello agli elementi finiti comprende le aste dei diaframmi reticolari.
Si riportano i diagrammi di involucro delle combinazioni considerate.



Sforzi di compressione – involucro delle combinazioni SLU

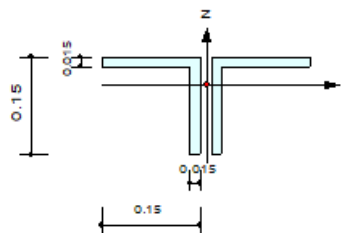


Sforzi di compressione – involucro delle combinazioni SISMA

Si riporta di seguito la verifica dei profili costituiti da una coppia di L150x15

1. Design Information

Design Code	Eurocode3-2:05
Unit System	kN, m
Member No	900
Material	S355 (No:1) ($F_y = 355000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	2150x15 (No:20) (Built-up Section).
Member Length	: 4.50000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -446.21$ (LCB: 12-, POS:J)
Bending Moments	$M_y = -4.9427$, $M_z = -33.544$
End Moments	$M_{yi} = 3.72520$, $M_{yj} = -4.9427$ (for L_b) $M_{yi} = 3.72520$, $M_{yj} = -4.9427$ (for L_y) $M_{zi} = -15.980$, $M_{zj} = -33.544$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = 14.9051$ (LCB: 16+, POS:1/2) $F_{zz} = 2.26725$ (LCB: 24+, POS:1/2)

Depth	0.15000	Web Thick	0.01500
Flg Width	0.15000	Flg Thick	0.01500
STB Spacing	0.02000		
Area	0.00855	Asx	0.00375
Qyb	0.00572	Qzb	0.01125
Iyy	0.00002	Izz	0.00004
Ybar	0.10000	Zbar	0.10000
Wely	0.00017	Wetx	0.00020
ry	0.04017	rx	0.07031

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 4.50000$, $L_z = 4.50000$, $L_b = 4.50000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Moment Factor / Bending Coefficient	$C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_b = 1.00$

4. Checking Result

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\min[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 446.21/1101.75 = 0.405 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 4.9427/57.6024 = 0.086 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 33.5444/79.0382 = 0.424 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

Combined Resistance

$$R_{byN} = N_{Ed}/(A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{byM} = (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny})/M_{y,Rd} + (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz})/M_{z,Rd}$$

$$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT1} = k_{yy} \cdot (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}) / (X_{iLT} \cdot W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}) / (W_{effz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT2} = k_{zy} \cdot (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}) / (X_{iLT} \cdot W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}) / (W_{effz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \max[R_{byN} + R_{byM}, \max(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.921 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

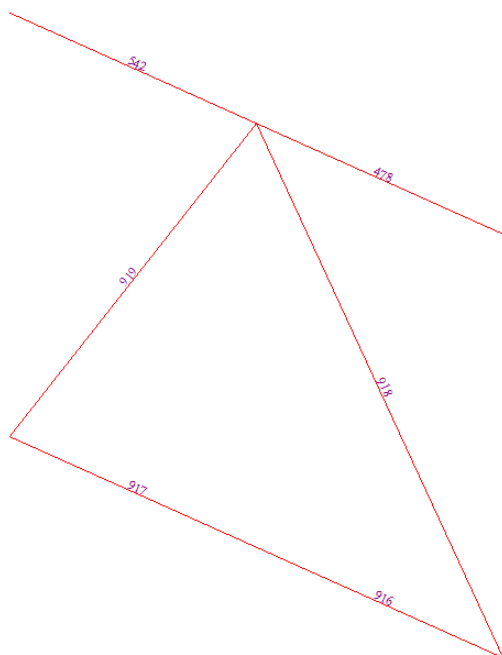
Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.017 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

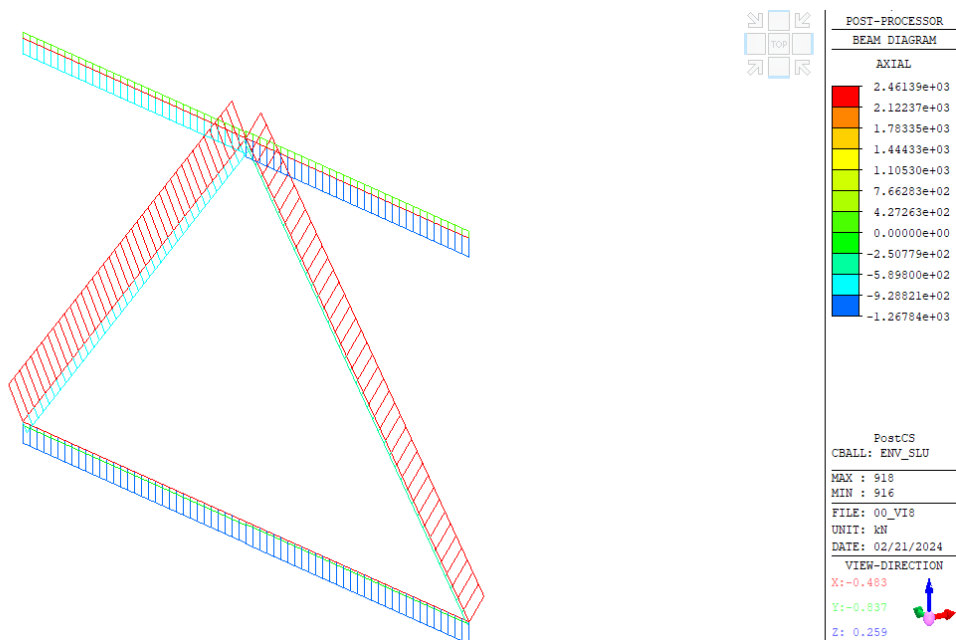
$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.003 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K.}$$

18.2. TRAVERSI IN APPOGGIO

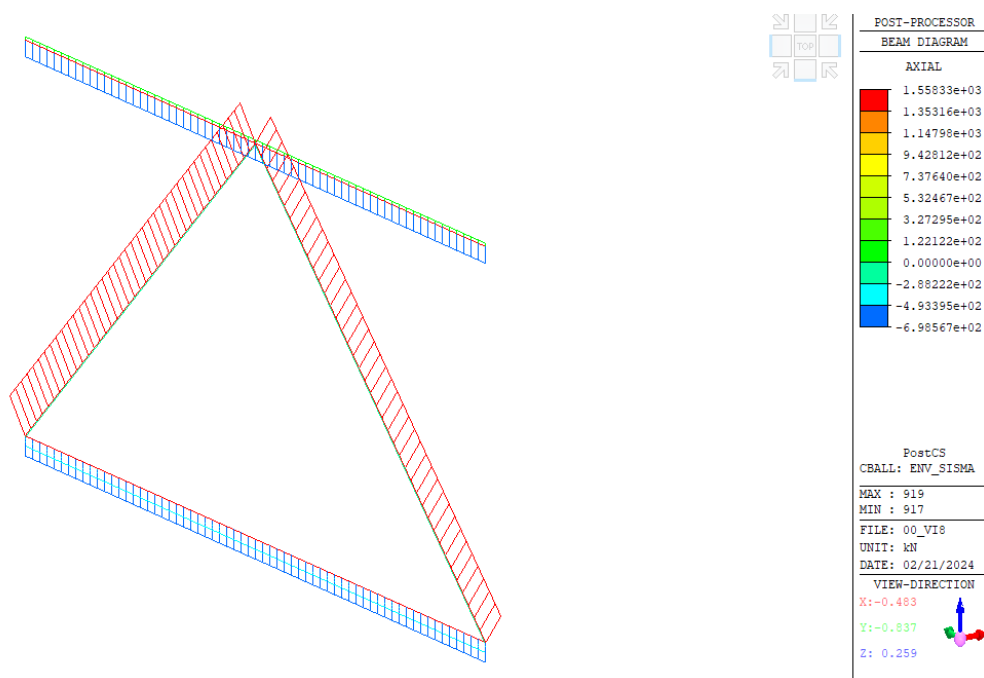
Si riporta la numerazione degli elementi del diaframma:



Si riportano i diagrammi di involucro delle combinazioni considerate.



Sforzi di compressione – involucro delle combinazioni SLU



Sforzi di compressione – involucro delle combinazioni SISMA

Si riportano le sollecitazioni massime sulle aste diagonali e corrente inferiore costituite da angolari disposti a croce:

Elem	Load	Part	Axial (kN)
916	env_SLU(max)	2/4	-146.33
917	env_SLU(max)	2/4	-208.58
918	env_SLU(max)	2/4	2461.39
919	env_SLU(max)	2/4	2346.78
916	env_SISMA(max)	2/4	-350.38
917	env_SISMA(max)	2/4	-354.74
918	env_SISMA(max)	2/4	1551.71
919	env_SISMA(max)	2/4	1558.33
916	env_SLU(min)	2/4	-1267.84
917	env_SLU(min)	2/4	-1220.35
918	env_SLU(min)	2/4	-280.14
919	env_SLU(min)	2/4	-685.70
916	env_SISMA(min)	2/4	-693.98
917	env_SISMA(min)	2/4	-698.57
918	env_SISMA(min)	2/4	-48.35
919	env_SISMA(min)	2/4	-42.12

In giallo sono evidenziate le aste del corrente inferiore.

Verifica del corrente superiore costituito da una coppia di L180x15

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

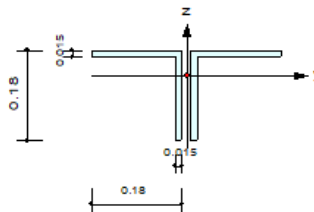


coopprogetti



1. Design Information

Design Code Eurocode3-2:05
Unit System kN, m
Member No 478
Material S355 (No:1)
($F_y = 355000$, $E_s = 210000000$)
Section Name 2180x15 (No:23)
(Built-up Section).
Member Length : 4.50000



2. Member Forces

Axial Force $F_{xx} = -978.94$ (LCB: 12-, POS:J)
Bending Moments $M_y = -15.419$, $M_z = -8.3488$
End Moments $M_{yi} = 14.4309$, $M_{yj} = -15.419$ (for Lb)
 $M_{yi} = 14.4309$, $M_{yj} = -15.419$ (for Ly)
 $M_{zi} = -8.3827$, $M_{zj} = -8.3488$ (for Lz)
Shear Forces $F_{yy} = -4.9678$ (LCB: 21-, POS:1/2)
 $F_{zz} = 7.24592$ (LCB: 27+, POS:1/2)

Depth	0.18000	Web Thick	0.01500
Flg Width	0.18000	Flg Thick	0.01500
BTB Spacing	0.02000		
Area	0.01035	Asz	0.00450
Oy	0.00838	Ozb	0.01020
Iyy	0.00003	Izz	0.00007
Ybar	0.19000	Zbar	0.12946
Wely	0.00025	Welz	0.00037
ry	0.05582	rz	0.08235

3. Design Parameters

Unbraced Lengths $L_y = 4.50000$, $L_z = 4.50000$, $L_b = 4.50000$
Effective Length Factors $K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Moment Factor / Bending Coefficient
 $C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_b = 1.00$

4. Checking Result

Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 978.94/1686.18 = 0.581 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 15.419/84.2276 = 0.183 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 8.349/112.410 = 0.074 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R_{byN} = N_{Ed}/(A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M0})$, $R_{byM} = (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}) / (M_{y,Rd} + (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}) / M_{z,Rd})$

$R_{cLT1} = N_{Ed} / (X_{iy} \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT1} = k_{yy} \cdot (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}) / (X_{iLT} \cdot W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}) / (W_{effz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{cLT2} = N_{Ed} / (X_{iz} \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT2} = k_{zy} \cdot (M_{Edy} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}) / (X_{iLT} \cdot W_{effy} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot (M_{Edz} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}) / (W_{effz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{max} = MAX[R_{byN} + R_{byM}, MAX(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.894 < 1.000$ O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.005 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.007 < 1.000$ O.K

Verifica dei profili a croce

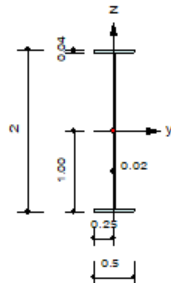
CORRENTE INFERIORE			DIAGONALE		
126,784	-126,784	SLU	246,139	-246,139	SLU
86,003	-93,914	SLE	109,769	-109,769	SLE variabile
RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.305	COMPRESSIONE	OK	0.754
TRAZIONE	OK	0.250	TRAZIONE	OK	0.474
lunghezza dell'asta	450	cm	lunghezza dell'asta	600	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	I		Tipo composizione	I	
Quattro angolari a croce			Quattro angolari a croce		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	172.08	cm ²	A (composizione) =	172	cm ²
J _x (composizione) =	10,314	cm ⁴	J _x (composizione) =	10,314	cm ⁴
J _y (composizione) =	10,314	cm ⁴	J _y (composizione) =	10,314	cm ⁴
J _{max} (composizione) =	10,314	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	10,314	cm ⁴
J _{min} (composizione) =	10,314	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	10,314	cm ⁴
Sp. piatto collegamento =	4	cm	Sp. piatto collegamento =	4	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	450	450	L0 =	600	600
i _{min} [cm] =	7.7	7.7	i _{min} [cm] =	7.7	7.7
passo imbottiture =	116.1	cm	passo imbottiture =	116.1	cm
β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	58.1	58.1	λ geometrica =	77.5	77.5
f _y [DaN/cm2] =	3550	3550	f _y [DaN/cm2] =	3550	3550
N _{cr} [DaN] =	1,055,681	1055681.0	N _{cr} [DaN] =	593,821	593820.6
λ ^a =	0.761	0.8	λ ^a =	1.014	1.0
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.3
Φ =	0.885	0.9	Φ =	1.153	1.2
χ =	0.748	0.7	χ =	0.588	0.6
N _b ,R _d [daN] =	415,602	415,602	N _b ,R _d [daN] =	326,543	326,543
N _b ,E _d [daN] =	126,784	126,784	N _b ,E _d [daN] =	246,139	246,139
N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.305	0.305	N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.754	0.754

Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	8		n° fori =	8	
bulloni M	27	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	1.5	NTC	gioco foro bullone	1.5	NTC
Φ foro =	2.9	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	138	cm ²	A _{net} =	141	cm ²
Nt,Rd =	506,295	DaN	Nt,Rd =	519,515	DaN
β =	0.5526		β =	0.6137	
Nt,Rd prof ad L =	–	DaN	Nt,Rd prof ad L =	–	DaN
Nt,Ed =	126,784	DaN	Nt,Ed =	246,139	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.250		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.474	

Traverso di spalla

1. Design Information

Design Code	Eurocode3-2:05
Unit System	kN, m
Member No	477
Material	S355 (No:1) ($F_y = 355000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	trav_spalla (No:22) (Built-up Section).
Member Length	: 4.50000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -196.67$ (LCB: 27-, POS:I)
Bending Moments	$M_y = 1698.36$, $M_z = -513.51$
End Moments	$M_{yi} = 1698.36$, $M_{yj} = -656.66$ (for Lb) $M_{yi} = 1698.36$, $M_{yj} = -656.66$ (for Ly) $M_{zi} = -513.51$, $M_{zj} = 508.970$ (for Lz)
Shear Forces	$F_{yy} = -229.43$ (LCB: 11-, POS:1/2) $F_{zz} = 523.372$ (LCB: 27+, POS:I)

Depth	2.00000	Web Thick	0.02000
Top F Width	0.50000	Top F Thick	0.04000
Bot.F Width	0.50000	Bot.F Thick	0.04000
Area	0.07840	A _{zz}	0.04000
O _{yb}	1.44080	O _{zb}	0.03125
I _{yy}	0.05022	I _{zz}	0.00083
Y _{bar}	0.25000	Z _{bar}	1.00000
W _{ely}	0.05022	W _{elz}	0.00334
r _y	0.80033	r _z	0.10318

3. Design Parameters

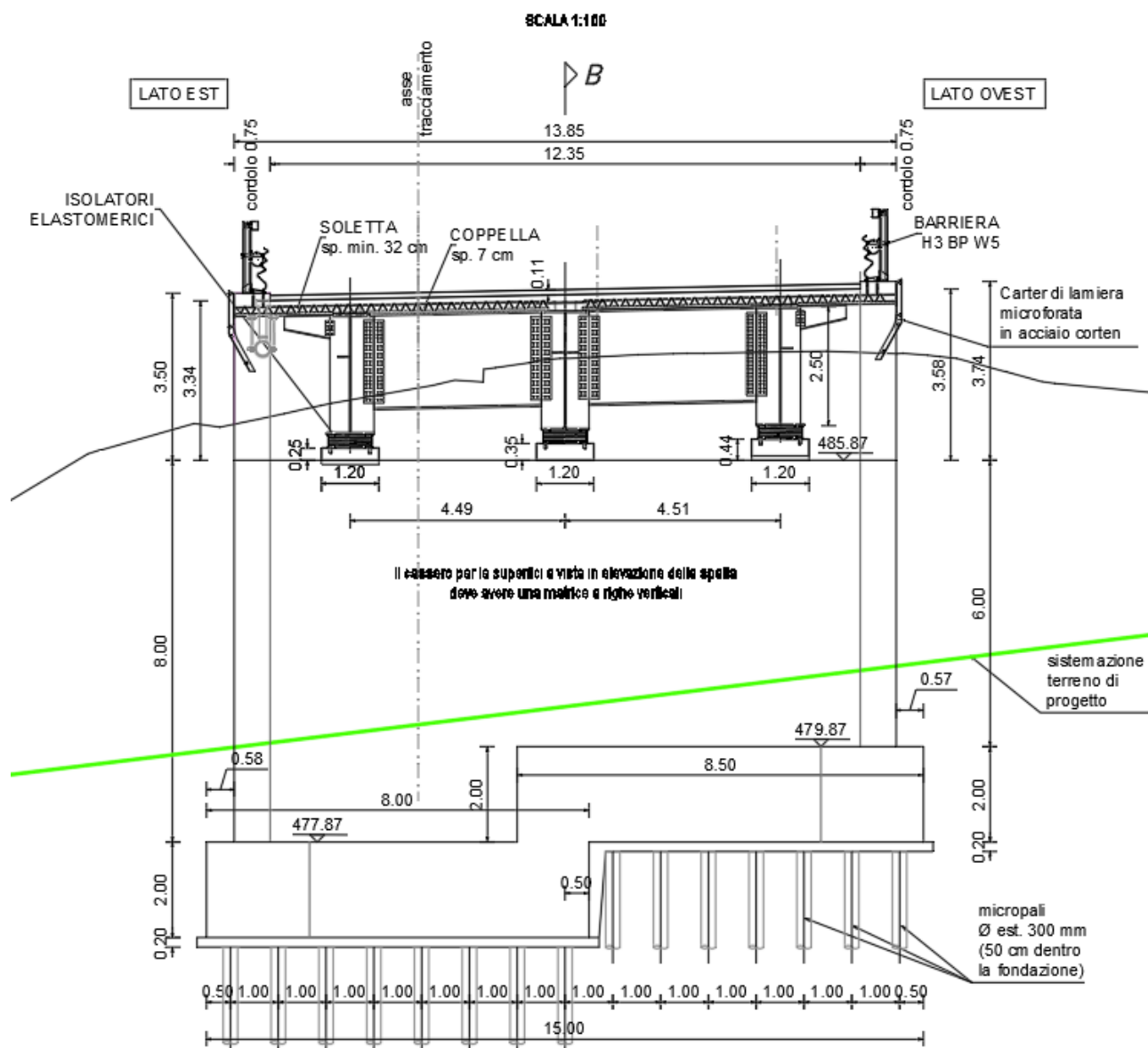
Unbraced Lengths	$L_y = 4.50000$, $L_z = 4.50000$, $L_b = 4.50000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Moment Factor / Bending Coefficient	$C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_b = 1.00$

4. Checking Result

Axial Resistance	$N_{Ed}/\min[N_{a,Rd}, N_{b,Rd}] = 196.7/26506.7 = 0.007 < 1.000$ O.K
Bending Resistance	$M_{Edy}/M_{Rdy} = 1698.4/16978.4 = 0.100 < 1.000$ O.K $M_{Edz}/M_{Rdz} = 513.51/1128.72 = 0.455 < 1.000$ O.K
Combined Resistance	$R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$, $R_{byM} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$ $R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ely} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{elz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{max} = \max[R_{byN} + R_{byM}, \max(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.590 < 1.000$... O.K
Shear Resistance	$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.029 < 1.000$ O.K $V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.115 < 1.000$ O.K

19. SPALLA

Per il dimensionamento delle strutture di spalla si è fatto riferimento alla spalla B che presenta una geometria più sfavorevole con una altezza massima del muro frontale di 8m.



La spalla è costituita da un muro frontale con altezza di 8m e spessore di 2.5m supportato su di un plinto di 2m di spessore fondato su 150 micropali.

Geometria della spalla

Geometria spalla

Tipo Platea

rettangolare

Dimensione long. X

10.000

m

Dimensione trasv. Y

15.000

m

Spessore

2.000

m

Paraghiaia

Altezza media

3.460

m

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Spessore 0.400 m

Muro frontale

Altezza 8.000 m

Spessore 2.500 m

Larghezza 13.850 m

Dist. bordo ant. 2.000 m

Baggioli

N. 3

Altezza 0.400 m

Lunghezza 0.700 m

Larghezza 0.700 m

Pos. X appoggi 0.900 m

interasse 4.500 m

Muro andatore

Altezza 11.460 m

Spessore testa -
altezza 0.750

Spessore base -
altezza 1.00

Spessore medio 0.875 m

Lunghezza 5.500 m

Terreno di riempimento

γ 19.000 kN/mc

ϕ 35.000 °

Ang. attrito terra muro 23.33 °

Inclinazione terrapieno 0.000 °

Terreno di ricoprimento

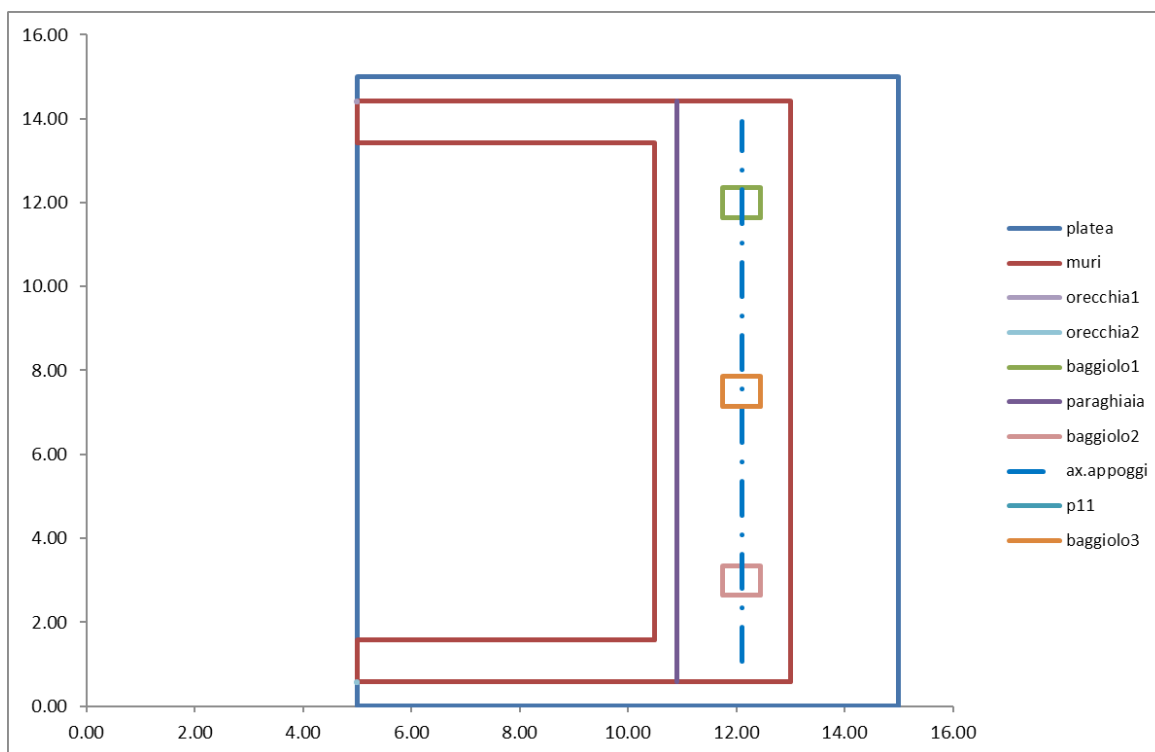
γ 0.010 kN/mc

Altezza min. 1.000 m

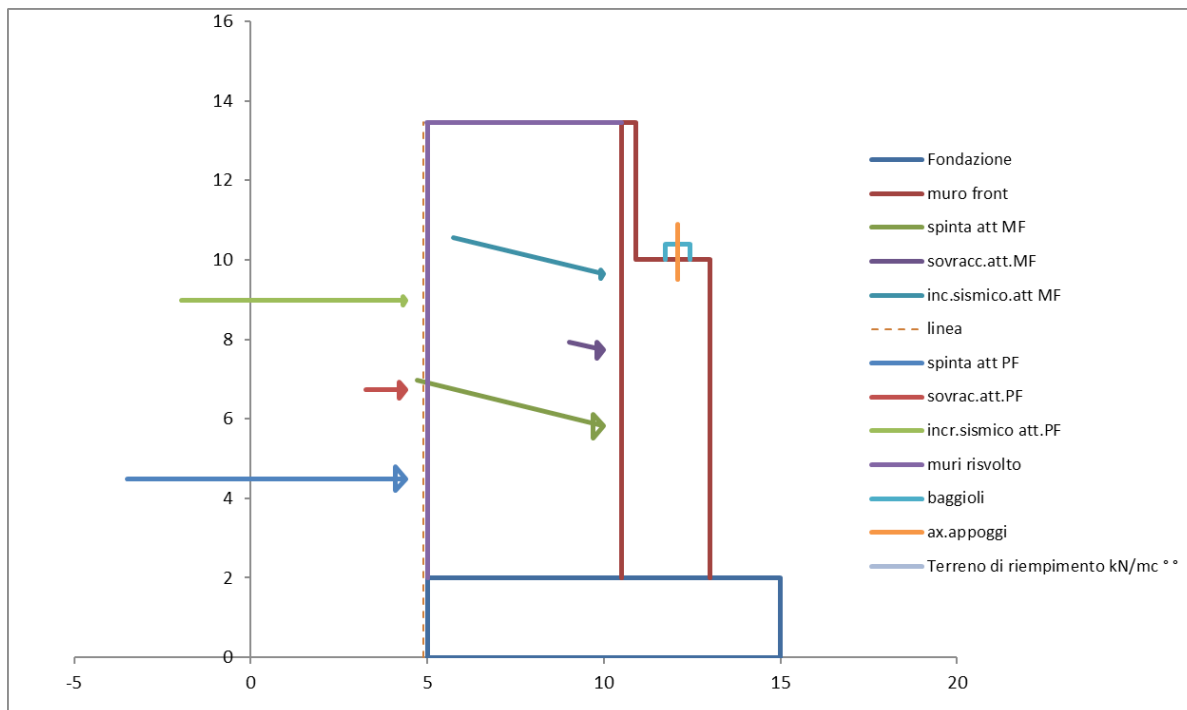
Carico sul rilevato

p 20.000 kN/mq

Baricentro platea (x/y) 5.00 7.5 m



1.2. SPINTE DEL TERRENO



Si considera pertanto un angolo di attrito di 35° per valutare la spinta del terreno.

Per dimensionare la struttura si adotta la spinta statica a riposo secondo la teoria di wood.

Il coefficiente di spinta attiva risulta pari a:

$$k=1-\sin\phi$$

	(Angoli in radianti)	(Angoli in gradi)	Coeff. Par.geotecnici		Caratteristiche terr.	
			M1	M2	M1	M2
g	19.000		1.00	1.00	19.000	19.000
ϕ	0.61	35.00	1.00	1.25	0.611	0.511
C'k	0		1.00	1.25	0.000	0.000
Cu	0		1.00	1.40	0.000	0.000
δ	0.407	23.333	1.00	1.25	0.407	0.332
$\theta+$	0.269	15.420				
$\theta-$	0.213	12.199				
ψ	1.571	90.000				
β	0.000	0.000				
Analisi			STATICA		M1	M2
			Coefficiente di spinta attiva	Ka	0.244	0.306
			Coefficiente di spinta a riposo	K0	0.426	0.511
			Coefficiente di spinta	Kh	1.506	1.727
			misto cementato			
Analisi sismica			SISMICA	MONONOBE OKABE		
			Coefficiente di spinta attiva	K _{as} (q+)	0.459	0.552
			Coefficiente di spinta attiva	K _{as} (q-)	0.399	0.482
					0.459	0.552

Il carico è applicato come pressione sugli elementi a circa 1/3 dalla fondazione.

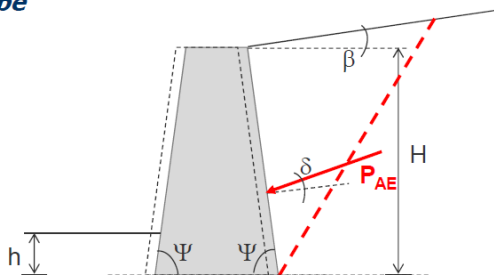
Azione sismica

In condizione sismica viene considerata anche la spinta valutata con la formulazione di Mononobe Okabe.

Soluzione di Mononobe-Okabe

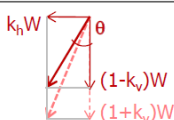
$$P_{AE} = \frac{1}{2} (1 \pm k_v) \gamma H^2 K_{AE}$$

segno - per forze dirette verso l'alto



$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$



L'azione sismica sulla struttura della spalla viene applicata con metodo pseudo statico

I coefficienti sismici **orizzontale e verticale, k_h e k_v** sono valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

$a_{max} = S_a g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ *accelerazione orizzontale massima al sito*
 a_g *accelerazione orizzontale massima al sito su terreno rigido*
 S_S e S_T *coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica*
 g *accelerazione di gravità*

β_m si ricava dalla

Tabella 7.11.II

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,31	0,31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,18

NB: per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi $\beta_m = 1$

Punto di applicazione dell'incremento di spinta dovuto al sisma:

- muro libero di ruotare o traslare → stesso punto di applicazione della spinta statica
- altri casi, in assenza di studi specifici → a metà altezza del muro

Considerando cautelativamente il coefficiente $\beta=1$.

Tabella riassuntiva dei parametri di spinta:

Parametri sismici				
Coefficiente $S=S_s \cdot S_t$	S	1.2		
Accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	a_g	0.202	g	Parametri desunti da "Spettri-NTCver.1.0.3." per lo SLV
Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito	a_{max}	0.242	g	
Coefficiente di riduzione della accelerazione orizzontale massima	β	1		Vale 1 se la struttura non si può spostare altrimenti vedere tabella 7.11.11
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.242		
Coefficiente sismico verticale	k_{v+}	0.121		
	k_{v-}	-0.121		
angolo	θ_+	15.42	°	
	θ_-	12.20	°	

Il carico è applicato come pressione sugli elementi a circa 1/2 dalla fondazione.

Tabella riassuntiva delle spinte:

Azione orizzontali	Con spinta attiva				
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sovr P.F.	911.3	1142.1	6.73	6132.8	7686.6
Spinta sovr M.F.	775.9	972.4	5.73	4445.7	5572.0
Spinta sovr base MA	308.1 kN		5.73	1765.4	
Spinta sovr sommità MA	254.3 kN		4.73	1203.0	
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. P.F.	6309.91	7908.62	4.49	28310.5	35483.3
Incremento sismico PF	5527.66	6353.34	8.97	49601.5	57010.7
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. M.F.	4223.4	5293.4	3.82	16133.3	20221.0
Incremento sismico MF	3699.8	4252.5	7.64	28266.5	32488.8
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. Base.Paragh.	385.0	482.5	1.15	444.0	556.5
Incremento sismico BP	337.3	387.6	2.31	777.9	894.1

	Con spinta a riposo				
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sovr P.F.	1589.9	1906.3	6.73	10699.9	12829.3
Spinta sovr M.F.	1353.6	1623.0	5.73	9300.0	9300.0
Spinta sovr base MA	537.5 kN		5.73	3080.2	
Spinta sovr sommità MA	443.7 kN		4.73	2098.9	
ATTIVA	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo P.F.	11009.0	13199.9	4.49	49393.5	59223.4
Incremento sismico PF	5527.7	6353.3	8.97	49601.5	57010.7
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo. M.F.	7368.580106	8835.0	3.82	28148.0	33749.7
Incremento sismico MF					
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo. Base.Paragh.	671.6867349	805.4	1.15	774.7	928.8
Incremento sismico B.P.					

Geometria palificata

Pali

numero pali 150

Diametro (mm) 300

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



n.file trasv.// asse X	15	E cls	250000 kg/cm ²
n.file long.// Asse Y	10		

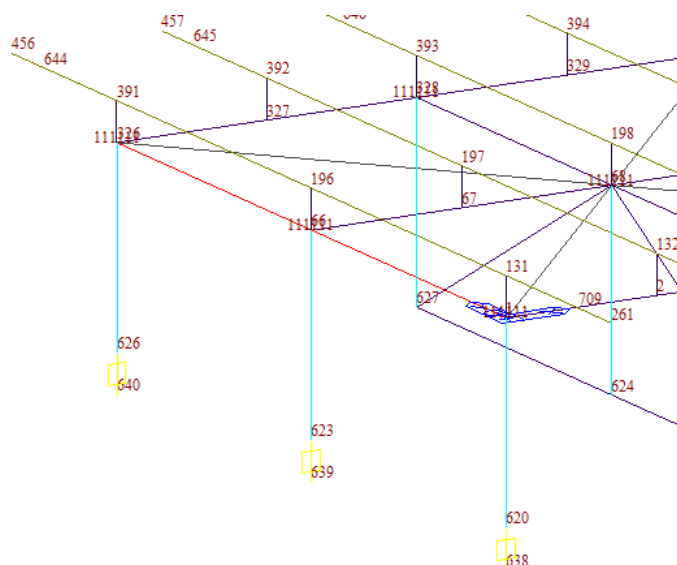
file long.// Asse Y	n.pali	dist.bordo (m)	interasse (m)	Ascissa della fila (m)	
Y1j	15	0.500	1.000	Xi1	0.500
Y2j	15	0.500	1.000	Xi2	1.500
Y3j	15	0.500	1.000	Xi3	2.500
Y4j	15	0.500	1.000	Xi4	3.500
Y5j	15	0.500	1.000	Xi5	4.500
Y6j	15	0.500	1.000	Xi6	5.500
Y7j	15	0.500	1.000	Xi7	6.500
Y8j	15	0.500	1.000	Xi8	7.500
Y9j	15	0.500	1.000	Xi8	8.500
Y10j	15	0.500	1.000	Xi8	9.500

6

Tabella riassuntiva delle masse strutturali della spalla:

Baricentro palificata o fond	5.000	7.500					
Elementi	Volumi (mc)	Pesi (kN)		X (m) - filo ant	Y (m)	Z (m)	Mi (kNm)
Platea	300.000	7500.00		5.00	7.50	1.00	-37500.000
Muro frontale	277.000	6925.00		3.25	7.50	6.00	-22506.250
Baggioli	0.588	14.70		2.90	7.50	10.20	-42.630
Paraghiaia	19.168	479.21		4.30	7.50	11.73	-2060.603
Muri andatori	110.303	2757.56		7.25	7.50	7.73	-19992.328
Orecchie	0.000	0.00		10.01	7.50	13.46	-0.001
Terreno di riempimento	762.663	14490.60	si	7.10	7.50	7.73	-102930.172
Terreno di ricoprimento	39.200	0.39		2.17	7.50	3.00	-0.852
Struttura in c.a.		17676.47		4.64	7.50		6280.551
Peso totale		32167.46		5.75	7.50		-24195.528
Peso sovraccarico		1523.50		7.10	7.50		-3204.284
peso terreno		14490.99		7.10	7.50		-30476.079

I carichi derivanti dall'impalcato derivano dalle reazioni trasmesse ai nodi di appoggio 638-639-640.



Le risultanti sulla spalla vengono riportate nella seguente tabella

CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO						
	Carichi	N (kN)	Ht (kN)	HI (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)
Peso proprio delle strutture	G1	4163.42				0.00
Carichi permanenti non strutturali	G2	1302.17				0.00
Spinte delle terre	G3_M1					
Ritiro e viscosità	ε₂	229.45		36.92		
Variazioni termiche	ε₃	435.32		179.85		0.00
Cedimenti	ε₄	819.51				
Mobili_MaxN	Q_MCmax	2297.49				7234.06
Mobili_Max Mtr	q_MCmax	1968.62				7547.72
Mobili_rilevato	Q_MCmin					
frenatura	q3			281.51		
forza centrifuga	q4		0.00			0.00
azione del vento	q5 (ponte scarico)		-613.09			1388.78
azione del vento	q5 (ponte carico)		-846.34			1917.14
Azione sismica	q6 (verticale)	361.84				
Azione sismica	q6 (longitudinale)			1449.91		
Azione sismica	q6 (trasversale)		1105.36			
Resistenze parassite vincolo	q7_p			0.00		
Resistenze parassite vincolo	q7_Q			0.00		
Urto di veicoli in svio	q8					
Altre azioni variabili	q9					

	AZIONI ALLA BASE DELLA FONDAZIONE			(CARICHI NOMINALI)		
SPALLA	P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
Descrizione	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
G1-PP_TOT	21839.89				6280.55	0.00
G2-PERMANENTI	1302.17				0.00	0.00
Spinta delle terre M1	14490.99		11008.96		28747.28	0.00
Spinta delle terre M2			13199.86		18917.44	
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	229.45		36.92		393.19	
E3-TERMICA-U	435.32		179.85		1915.42	
E4-CEDIMENTI	819.51		179.85		1915.42	
Mobili_MaxN	2297.49				0.00	7234.06
Mobili_Max Mtr	1968.62				0.00	7547.72
Mobili_rilevato	1523.50		1589.89		7495.65	
Q3-FRENATURA	0.00		281.51		2998.13	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	-846.34				-7096.42
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	-613.09				-5140.66
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	
Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	
SLVX_T+	0.00	0.00	9247.30		64181.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	-9247.30		-64181.00	0.00
SLVY_T+	0.00	8902.75	0.00		0.00	57103.40
SLVY_T-	0.00	-8902.75	0.00		0.00	-57103.40
SLVV_T+	4260.53				357.45	
SLVV_T-	-4260.53				-357.45	

19.1. COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE

La spalla del ponte rappresenta una opera di sostegno del rilevato a tergo, pertanto viene fatto riferimento al §6.2.4.1.1 del NTC 2018, ed alle tabelle riportate nel seguito, si sono impiegate nei calcoli di verifica le seguenti combinazioni allo SLU.

Combinazione tipo A1:

$$1.3 \gamma_1 + 1.5 g_2 + 1.5 q$$

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G ₁	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G ₂ ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G₂ si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

Si riporta di seguito la tabella dei coefficienti di combinazione:

	SLE_COMBINAZIONE CARATTERISTICA (RARA)															
COND	SLE_R_P	SLE_T	SLE_VL	SLE_R_VS	SLE_R_VCI	SLE_R_VCI	SLE_R_VCI	SLE_R_1_1	SLE_R_1_2	SLE_R_1_3	SLE_R_2a_1	SLE_R_2a_2	SLE_R_2a_3	SLE_R_2b_1	SLE_R_2b_2	SLE_R_2b_3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U		1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP					1.00			1.00			1.00			1.00		
Max Mtr						1.00			1.00			1.00			1.00	
Mobili rilevato					1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q3-FRENOTURA	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Q5-VENTO-C	0.00			0.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Q5-VENTO-LONG		0.60	1.00													
Q5-VENTO-S	0.00			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

comb.num.	17	18	19	20	21	22	23	24
	SLE_FREQUENTE E QUASI PERMANENTE							
COND	SLE_F_P	SLE_F_VS	SLE_F_VC1	SLE_F_VC2	SLE_F_VC3	SLE_F_1_1	SLE_F_1_2	SLE_F_1_3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U		0.50	0.60	0.00	0.50	0.50	0.60	0.50
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP			1.00			1.00		
Max Mtr				1.00			1.00	
Mobili rilevato			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Q5-VENTO-LONG								
Q5-VENTO-S	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

comb.num.	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	SLU_STR(A1)																
COND	SLU_P1	SLU_P2	SLU_T	SLU_VL	SLU_VS	SLU_VC1	SLU_VC2	SLU_VC3	SLU_1_1	SLU_1_2	SLU_1_3	SLU_2a1	SLU_2a2	SLU_2a3	SLU_2b1	SLU_2b2	SLU_2b3
	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1-TOTALE	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
G2-PERMANENTI	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Spinta delle terre M1	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
E2-RITIRO	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
E3-TERMICA-U	0.00	0.00	1.20	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
E4-CEDIMENTI	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
MaxP						1.01			1.50			0.90			0.90		
Max Mtr							1.01			1.50			0.90			0.90	
Mobili rilevato						1.01	1.01	1.01	1.50	1.50	1.50	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Q5-VENTO-LONG			0.90	1.50													
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

comb.num.	42	43	44	45	46	47
	SLU SISMICA					
COND	SLU_SL1	SLU_SL2	SLU_ST1	SLU_ST2	SLU_V1	SLU_V2
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP						
Max Mtr						
Mobili rilevato						
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	1.00	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00
SLVX_T-	0.00	1.00	0.00	0.30	0.00	0.30
SLVY_T+	0.30	0.00	1.00	0.00	0.30	0.00
SLVY_T-	0.00	0.30		1.00	0.00	0.30
SLVW_T+	0.30	0.00	0.30		1.00	0.00
SLVW_T-	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00	1.00

comb.num.	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	SLU_GEO (A2)																
COND	SLU_G_P1	SLU_G_P2	SLU_G_T	SLU_G_VL	SLU_G_VS	SLU_G_VC1	SLU_G_VC2	SLU_G_VC3	SLU_G_1_1	SLU_G_1_2	SLU_G_1_3	SLU_G_2a1	SLU_G_2a2	SLU_G_2a3	SLU_G_2b1	SLU_G_2b2	SLU_G_2b3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta delle terre M2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U			1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP						1.15			1.15			1.15			1.15		
Max Mtr							1.15			1.15			1.15			1.15	
Mobili rilevato						1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.15	1.15
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30	1.30	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Q5-VENTO-LONG			0.78	1.30													
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Si riporta di seguito le azioni combinate sul piano di fondazione nel baricentro della palificata:

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

SPALLA		AZIONI INTRADOSSO FOND						
			P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
			Axial (kN)	(kN)	(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
1	SLS_R_P	SLS_characteristic combination	38682	0	11226	0	37336	0
2	SLS_T		39117	0	11406	0	39252	0
3	SLS_VL		38943	0	11334	0	38486	0
4	SLS_R_VS		38943	-613	11334	0	38486	-5141
5	SLS_R_VC1		42764	-846	12924	0	45981	138
6	SLS_R_VC2		42435	-846	12924	0	45981	451
7	SLS_R_VC2		40467	-846	12924	0	45981	-7096
8	SLS_R_1_1		42764	-508	12924	0	45981	2976
9	SLS_R_1_2		42435	-508	12924	0	45981	3290
10	SLS_R_1_3		40467	-508	12924	0	45981	-4258
11	SLS_R_2a_1		42764	-508	13205	0	48979	2976
12	SLS_R_2a_2		42435	-508	13205	0	48979	3290
13	SLS_R_2a_3		40467	-508	13205	0	48979	-4258
14	SLS_R_2b_1		42764	-508	12924	0	45981	2976
15	SLS_R_2b_2		42435	-508	12924	0	45981	3290
16	SLS_R_2b_3		40467	-508	12924	0	45981	-4258
17	SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination	38682	0	11226	0	37336	0
18	SLS_F_VS		38900	-123	11316	0	38294	-1028
19	SLS_F_VC1		42764	-169	12924	0	45981	5815
20	SLS_F_VC2		42174	-169	12816	0	44832	6128
21	SLS_F_VC3		40423	-169	12906	0	45790	-1419
22	SLS_F_1_1		42721	-169	12906	0	45790	5815
23	SLS_F_1_2		42435	-169	12924	0	45981	6128
24	SLS_F_1_3		40423	-169	12906	0	45790	-1419
25	ULS_P1	ULS_STR (A1)	50442	0	14572	0	48307	0
26	ULS_P2		50442	0	14572	0	48307	0
27	ULS_T		50965	0	14788	0	50605	0
28	ULS_VL		50756	0	14701	0	49686	0
29	ULS_VS		50756	-920	14701	0	49686	-7711
30	ULS_VC1		54624	-1270	16311	0	57275	-3320
31	ULS_VC2		54291	-1270	16311	0	57275	-3003
32	ULS_VC3		52298	-1270	16311	0	57275	-10645
33	ULS_1_1		56487	-762	17086	0	60929	4464
34	ULS_1_2		55994	-762	17086	0	60929	4935
35	ULS_1_3		53041	-762	17086	0	60929	-6387
36	ULS_2a1		54194	-762	16554	0	60929	124
37	ULS_2a2		53898	-762	16554	0	60929	406
38	ULS_2a3		52127	-762	16554	0	60929	-6387
39	ULS_2b1		54194	-762	16132	0	56432	124
40	ULS_2b2		53898	-762	16132	0	56432	406
41	ULS_2b3		52127	-762	16132	0	56432	-6387
42	ULS_SL1	ULS_SEISMIC	40178	2671	20563	0	102582	17131
43	ULS_SL2		37622	-2671	2068	0	-25994	-17131
44	ULS_ST1		40178	8903	14090	0	57656	57103
45	ULS_ST2		37622	-8903	8541	0	18933	-57103
46	ULS_V1		43160	2671	14090	0	57906	17131
47	ULS_V2		34639	-2671	8541	0	18682	-17131
48	ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	24191	0	13417	0	27507	0
49	ULS_G_P2		24191	0	13417	0	27507	0
50	ULS_G_T		24626	0	13596	0	29422	0
51	ULS_G_VL		24452	0	13525	0	28656	0
52	ULS_G_VS		24452	-797	13525	0	28656	-6683
53	ULS_G_VC1		28846	-1100	15353	0	37276	-906
54	ULS_G_VC2		28468	-1100	15353	0	37276	-545
55	ULS_G_VC3		26204	-1100	15353	0	37276	-9225
56	ULS_G_1_1		28846	-660	15353	0	37276	2784
57	ULS_G_1_2		28468	-660	15353	0	37276	3145
58	ULS_G_1_3		26204	-660	15353	0	37276	-5535
59	ULS_G_2a1		28846	-660	15677	0	40724	2784
60	ULS_G_2a2		28468	-660	15677	0	40724	3145
61	ULS_G_2a3		26204	-660	15677	0	40724	-5535
62	ULS_G_2b1		28846	-660	15353	0	37276	2784
63	ULS_G_2b2		28468	-660	15353	0	37276	3145

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t_{trasv}} / W_{trasv}) + (M_{l_{long}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali

Azioni sui singoli pali

Comb.	N max (kN)	N min (kN)	T max (kN)		
25	511.94	160.62	97.15	ULS_P1	ULS_STR (A1)
26	511.94	160.62	97.15	ULS_P2	
27	523.78	155.75	98.58	ULS_T	
28	519.05	157.70	98.01	ULS_VL	
29	538.32	138.42	98.20	ULS_VS	
30	580.74	147.59	109.07	ULS_VC1	
31	577.72	146.16	109.07	ULS_VC2	
32	583.54	113.77	109.07	ULS_VC3	
33	609.30	143.86	114.02	ULS_1_1	
34	607.19	139.39	114.02	ULS_1_2	
35	591.13	116.08	114.02	ULS_1_3	
36	583.17	139.43	110.48	ULS_2a1	
37	581.90	136.75	110.48	ULS_2a2	
38	585.04	109.99	110.48	ULS_2a3	
39	566.81	155.78	107.67	ULS_2b1	
40	565.54	153.10	107.67	ULS_2b2	
41	568.68	126.34	107.67	ULS_2b3	
42	683.71	-148.00	138.24	ULS_SL1	ULS SEISMIC
43	388.16	113.46	22.52	ULS_SL2	
44	620.27	-84.56	111.11	ULS_ST1	
45	462.41	39.21	82.25	ULS_ST2	
46	541.13	34.34	95.60	ULS_V1	
47	341.69	120.16	59.66	ULS_V2	
48	261.30	61.25	89.44	ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)
49	261.30	61.25	89.44	ULS_G_P2	
50	271.16	57.19	90.64	ULS_G_T	
51	267.22	58.81	90.16	ULS_G_VL	
52	283.93	42.10	90.32	ULS_G_VS	
53	330.12	54.50	102.62	ULS_G_VC1	
54	326.70	52.88	102.62	ULS_G_VC2	
55	333.31	16.08	102.62	ULS_G_VC3	
56	334.82	49.80	102.45	ULS_G_1_1	
57	333.20	46.38	102.45	ULS_G_1_2	
58	324.08	25.31	102.45	ULS_G_1_3	
59	347.36	37.26	104.60	ULS_G_2a1	
60	345.74	33.84	104.60	ULS_G_2a2	
61	336.62	12.77	104.60	ULS_G_2a3	
62	334.82	49.80	102.45	ULS_G_2b1	
63	333.20	46.38	102.45	ULS_G_2b2	

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



64	324.08	25.31	102.45	ULS_G_2b3	
----	--------	-------	--------	-----------	--

Verifiche SLE

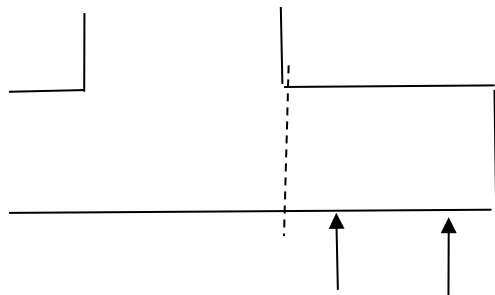
Azioni sui singoli pali

Comb.	N max (kN)	N min (kN)	T max (kN)		
1	393.65	122.11	74.84	SLS_R_P	SLS_characteristic combination
2	403.52	118.05	76.04	SLS_T	
3	399.57	119.67	75.56	SLS_VL	
4	412.42	106.82	75.67	SLS_R_VS	
5	452.64	117.55	86.34	SLS_R_VC1	
6	451.24	114.57	86.34	SLS_R_VC2	
7	454.72	84.83	86.34	SLS_R_VC2	
8	459.74	110.45	86.22	SLS_R_1_1	
9	458.33	107.47	86.22	SLS_R_1_2	
10	447.63	91.93	86.22	SLS_R_1_3	
11	470.64	99.55	88.10	SLS_R_2a_1	
12	469.23	96.57	88.10	SLS_R_2a_2	
13	458.53	81.03	88.10	SLS_R_2a_3	
14	459.74	110.45	86.22	SLS_R_2b_1	
15	458.33	107.47	86.22	SLS_R_2b_2	
16	447.63	91.93	86.22	SLS_R_2b_3	
17	393.65	122.11	74.84	SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination
18	401.15	117.51	75.44	SLS_F_VS	
19	466.84	103.35	86.16	SLS_F_VC1	
20	459.51	102.81	85.44	SLS_F_VC2	
21	439.54	99.43	86.04	SLS_F_VC3	
22	465.85	103.76	86.04	SLS_F_1_1	
23	465.43	100.38	86.16	SLS_F_1_2	
24	439.54	99.43	86.04	SLS_F_1_3	

Per le verifiche del palo si rimanda alla relazione di calcolo delle fondazioni

19.1. VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Per la verifica del plinto di fondazione si adotta il momento indotto sulla mensola anteriore generato dalla sommatoria degli sforzi normali nelle prime due file di micropali.



Lo sforzo massimo sui pali anteriori è generato nella combinazione:

comb. **NMAX SLU**
33 609.302

Si riporta la distribuzione degli sforzi nella combinazione 33.

	Sollecitazioni su ciascun palo - combinazione 33.000														
Fila trasv 1	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5	P1-6	P1-7	P1-8	P1-9	P1-10	P1-11	P1-12	P1-13	P1-14	P1-15
N	609	608	606	605	603	601	600	598	597	595	593	592	590	589	587
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 2	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5	P2-6	P2-7	P2-8	P2-9	P2-10	P2-11	P2-12	P2-13	P2-14	P2-15
N	560	558	557	555	554	552	550	549	547	546	544	543	541	539	538
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 3	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	P3-5	P3-6	P3-7	P3-8	P3-9	P3-10	P3-11	P3-12	P3-13	P3-14	P3-15
N	511	509	508	506	504	503	501	500	498	496	495	493	492	490	489
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 4	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4	P4-5	P4-6	P4-7	P4-8	P4-9	P4-10	P4-11	P4-12	P4-13	P4-14	P4-15
N	462	460	458	457	455	454	452	450	449	447	446	444	442	441	439
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 5	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4	P5-5	P5-6	P5-7	P5-8	P5-9	P5-10	P5-11	P5-12	P5-13	P5-14	P5-15
N	412	411	409	408	406	404	403	401	400	398	396	395	393	392	390
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 6	P6-1	P6-2	P6-3	P6-4	P6-5	P6-6	P6-7	P6-8	P6-9	P6-10	P6-11	P6-12	P6-13	P6-14	P6-15
N	363	362	360	358	357	355	354	352	350	349	347	346	344	342	341
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 7	P7-1	P7-2	P7-3	P7-4	P7-5	P7-6	P7-7	P7-8	P7-9	P7-10	P7-11	P7-12	P7-13	P7-14	P7-15
N	314	312	311	309	308	306	304	303	301	300	298	296	295	293	292
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 8	P8-1	P8-2	P8-3	P8-4	P8-5	P8-6	P8-7	P8-8	P8-9	P8-10	P8-11	P8-12	P8-13	P8-14	P8-15
N	265	263	261	260	258	257	255	253	252	250	249	247	246	244	242
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 8	P9-1	P9-2	P9-3	P9-4	P9-5	P9-6	P9-7	P9-8	P9-9	P9-10	P9-11	P9-12	P9-13	P9-14	P9-15
N	215	214	212	211	209	207	206	204	203	201	199	198	196	195	193
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Fila trasv 8	P10-1	P10-2	P10-3	P10-4	P10-5	P10-6	P10-7	P10-8	P10-9	P10-10	P10-11	P10-12	P10-13	P10-14	P10-15
N	166	165	163	161	160	158	157	155	153	152	150	149	147	145	144
T	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114

La sommatoria delle azioni del primo allineamento è pari a 8972 kN, mentre quelle del secondo sono 8233 kN.

A queste sollecitazioni corrisponde un momento sul plinto di fondazione pari a $8972 \times 1.5 + 8233 \times 0.5 = 17574$ kNm cui corrisponde una sollecitazione per unità di lunghezza pari a $17574/15 = 1171$ kNm

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata con 1Ø20/20 superiore ed 1Ø24/20 superiore.

Titolo : _____

N° strati barre 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	22.62	195

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

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 1171 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
E_{su} 67.5 % E_{c2} 2 %
f_{yd} 391.3 N/mm² E_{cu} 3.5 %
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 17 %
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
E_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 11.5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 1.701 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
E_c 2.22 %
E_s 67.5 %
d 195 cm
x 6.21 x/d 0.03185
δ 0.7

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

19.2. VERIFICA DEL MURO FRONTALE

AZIONI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

(CARICHI NOMINALI)

SPALLA	P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
SLE_R_1	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
G1-PP_TOT	11582.33				959.17	0.00
G2-PERMANENTI	1302.17				455.76	0.00
Spinta delle terre M1	0.00		4223.39		16133.33	0.00
Spinta delle terre M2						
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	229.45				80.31	
E3-TERMICA-U	435.32				152.36	
E4-CEDIMENTI	819.51				286.83	

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

cooprogetti

engeko

Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

Mobili_MaxN	2297.49				804.12	7234.06
Mobili_Max Mtr	1968.62				689.02	7547.72
Mobili_rilevato	0.00				0.00	
Q3-FRENATURA	0.00		281.51		2252.12	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	-846.34				-4853.61
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	-613.09				-3515.96
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	
Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	
SLVX_T+	0.00	0.00	3248.25		27144.13	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	-3248.25		-27144.13	0.00
SLVY_T+	0.00	2903.70	0.00		0.00	23419.54
SLVY_T-	0.00	-2903.70	0.00		0.00	-23419.54
SLVV_T+	1261.01				66.28	
SLVV_T-	-1261.01				-66.28	

Si riportano le azioni combinate alla base del muro frontale

SPALLA

AZIONI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

		P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
		Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
SLS_R_P	SLS_characteristic combination	13933	0	4223	0	17915	0
SLS_T		14369	0	4223	0	18068	0
SLS_VL		14195	0	4223	0	18007	0
SLS_R_VS		14195	-613	4223	0	18007	-3516
SLS_R_VC1		16492	-846	4223	0	18811	2380
SLS_R_VC2		16163	-846	4223	0	18696	2694
SLS_R_VC2		14195	-846	4223	0	18007	-4854
SLS_R_1_1		16492	-508	4223	0	18811	4322
SLS_R_1_2		16163	-508	4223	0	18696	4636
SLS_R_1_3		14195	-508	4223	0	18007	-2912
SLS_R_2a_1		16492	-508	4505	0	21063	4322
SLS_R_2a_2		16163	-508	4505	0	20948	4636
SLS_R_2a_3		14195	-508	4505	0	20259	-2912
SLS_R_2b_1		16492	-508	4223	0	18811	4322
SLS_R_2b_2		16163	-508	4223	0	18696	4636
SLS_R_2b_3		14195	-508	4223	0	18007	-2912
SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination	13933	0	4223	0	17915	0
SLS_F_VS		14151	-123	4223	0	17992	-703
SLS_F_VC1		16492	-169	4223	0	18811	6263
SLS_F_VC2		15902	-169	4223	0	18604	6577
SLS_F_VC3		14151	-169	4223	0	17992	-971
SLS_F_1_1		16449	-169	4223	0	18796	6263

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

SLS_F_1_2		16163	-169	4223	0	18696	6577
SLS_F_1_3		14151	-169	4223	0	17992	-971
ULS_P1	ULS_STR (A1)	18269	0	5490	0	23344	0
ULS_P2		18269	0	5490	0	23344	0
ULS_T		18791	0	5490	0	23527	0
ULS_VL		18582	0	5490	0	23454	0
ULS_VS		18582	-920	5490	0	23454	-5274
ULS_VC1		20909	-1270	5490	0	24268	44
ULS_VC2		20576	-1270	5490	0	24152	362
ULS_VC3		18582	-1270	5490	0	23454	-7280
ULS_1_1		22029	-762	5490	0	24660	6483
ULS_1_2		21535	-762	5490	0	24488	6953
ULS_1_3		18582	-762	5490	0	23454	-4368
ULS_2a1		20650	-762	5913	0	27556	2142
ULS_2a2		20354	-762	5913	0	27452	2425
ULS_2a3		18582	-762	5913	0	26832	-4368
ULS_2b1		20650	-762	5490	0	24178	2142
ULS_2b2		20354	-762	5490	0	24074	2425
ULS_2b3		18582	-762	5490	0	23454	-4368
ULS_SL1	ULS_SEISMIC	14529	871	7472	0	45156	7026
ULS_SL2		13773	-871	975	0	-9172	-7026
ULS_ST1		14529	2904	5198	0	26155	23420
ULS_ST2		13773	-2904	3249	0	9828	-23420
ULS_V1		15412	871	5198	0	26201	7026
ULS_V2		12890	-871	3249	0	9782	-7026
ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	13933	0	0	0	1782	0
ULS_G_P2		13933	0	0	0	1782	0
ULS_G_T		14369	0	0	0	1934	0
ULS_G_VL		14195	0	0	0	1873	0
ULS_G_VS		14195	-797	0	0	1873	-4571
ULS_G_VC1		16837	-1100	0	0	2798	2009
ULS_G_VC2		16459	-1100	0	0	2666	2370
ULS_G_VC3		14195	-1100	0	0	1873	-6310
ULS_G_1_1		16837	-660	0	0	2798	4533
ULS_G_1_2		16459	-660	0	0	2666	4894
ULS_G_1_3		14195	-660	0	0	1873	-3786
ULS_G_2a1		16837	-660	324	0	5388	4533
ULS_G_2a2		16459	-660	324	0	5256	4894
ULS_G_2a3		14195	-660	324	0	4463	-3786
ULS_G_2b1		16837	-660	0	0	2798	4533
ULS_G_2b2		16459	-660	0	0	2666	4894
ULS_G_2b3		14195	-660	0	0	1873	-3786

Il momento ultimo massimo è pari a 27556 kNm su tutta la larghezza del muro cui corrisponde un momento specifico di $27556/13.85=1989$ kNm.

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata co 1Ø20/20 anteriore ed 1Ø24/20 posteriore.

Titolo : _____

N° strati barre 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	250	1	15.71	5
			2	22.62	245

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

N Ed 0 kN
M xEd 1989 kNm
M yEd 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M xRd 2,142 kN m
 σ_c -16.94 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 1.881 ‰
 ϵ_s 67.5 ‰
d 245 cm
x 6.641 x/d 0.02711
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

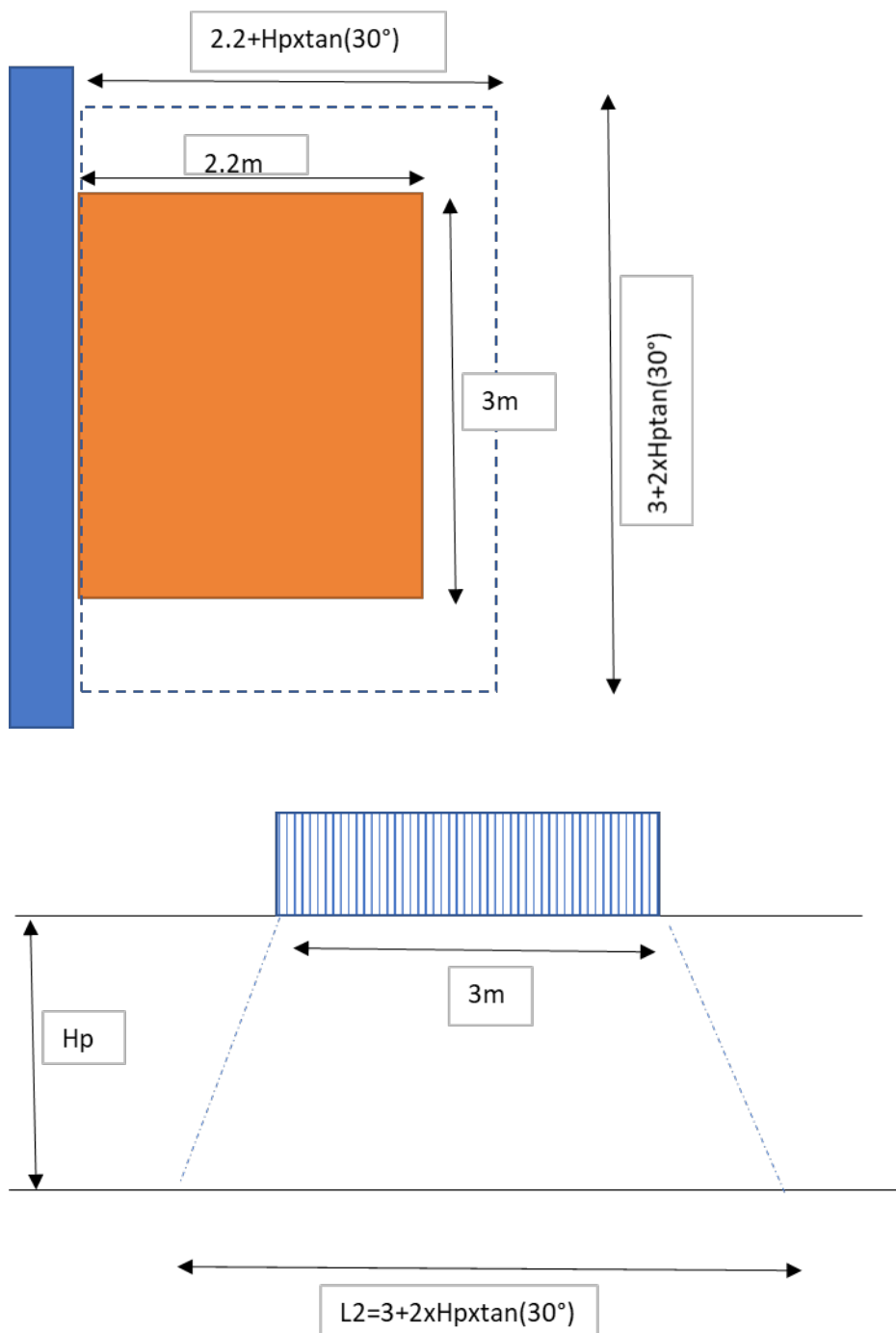
N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

19.3. VERIFICA DEL PARAGHIAIA

L'altezza massima del paraghiaia H_p è pari circa a 3.60m, con uno spessore di 40cm.

Le azioni applicate al paraghiaia sono le seguenti:

- peso proprio
- spinta terreno a riposo applicata ad 1/3 dell'altezza del paraghiaia
- spinta sovraccarico 20 kN/m^2 a tergo paraghiaia valore che corrisponde circa alla pressione che si ottiene ripartendo l'asse che resta sul rilevato pari a 300 kN sui di una superficie di lato pari a $3+2 \times H_p \tan(30^\circ)=5.3\text{m}$ e $2.2+H_p \tan(30^\circ)=3.35$ ipotizzando una diffusione a 30° all'interno del corpo del rilevato (rif.C5.1.3.3.5.1 circolare NTC).



Applicata a metà altezza del paraghiaia.

-azione di frenamento di 180 kN in orizzontale e un asse da 150 kN in verticale (rif.C5.1.3.3.5.2 circolare NTC)

La sezione resistente del paraghiaia alla base viene considerata larga 5.3m ipotizzando una larghezza ripartita a 45° ($2.3 + 2 \times H_p \tan(45^\circ)$)

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Vengono considerate due combinazioni di carico:

- Con il sovraccarico a tergo del paraghiaia
- Con l'azione di frenamento ed il carico di un asse agente sul paraghiaia

distanza assi 2.3 m
 altezza paraghiaia H_p 3.6 m
 Impronte diffusione carico (L2 L1) (m) 7.16 4.28
 pressione equivalente carico 19.59 kN/m²

larghezza paraghiaia alla base 7.16 m
 angolo attrito terreno riempimento 35 °
 Coeff.spinta 0.426

combinazione 1			N	M (kNm)		Mslu	Nslu
spinta terreno	375.7	kN		405.8	1.3	527.5	
Sovraccarico	215.3	KN		387.5	1.5	581.3	
Peso del paraghiaia e della mensola			257.6		1.00		257.6
totali						1108.8	257.6

Combinazione 2				M (kNm)		Mslu	Nslu
Azione di frenamento	180	kN		648	1.5	972	
Asse sul paraghiaia			225		1.5		337.5
Peso del paraghiaia e della mensola			257.6		1		257.6
totali						972.0	595.1

Comb1 $M=1108.8/7.16=154.8$ kNm/m

$N=257.6/7.16=36$ kN/m

Comb2 $M=972/7.16=135.85$ kNm/m

$N=595.1/7.16=83.11$ kN/m

Il setto del paraghiaia è armato in modo simmetrico con 5Ø20/m all'interno e 5Ø16/m all'esterno.

Combinazione slu1

Titolo : _____

N° strati barre 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	35

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

N_{Ed} 39 **0** kN
M_{xEd} 154.8 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 210.2 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 21.49 ‰
d 35 cm
x 4.903 x/d 0.1401
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

Combinazione slu2

Titolo : _____

N° strati barre 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	35

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

N_{Ed} 83.11 **0** kN
M_{xEd} 135.85 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 217 kNm
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 20.88 ‰
d 35 cm
x 5.025 x/d 0.1436
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

19.4. VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

cooprogetti

engeko

Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

Per la verifica del muro di risvolto si adottano gli schemi a lastra incastrata su due lati soggetta a carico uniforme (sovraccarico) ed a carico con distribuzione triangolare (terreno) (rif. "Calcolo di lastre e piastre" R.Bares ed.clup).

In base alla geometria del muro si possono ottenere dei coefficienti moltiplicativi da applicare alle grandezze Carico x lunghezza².

Il carico viene valutato attraverso la ripartizione del carico tandem utilizzata per il dimensionamento del paraghiaia considerato affiancato al muro.

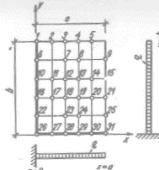
distanza assi	2.3	m
altezza muro b	11.89	m
Impronte diffusione carico (L2 L1) (m)	16.73	9.06
pressione equivalente carico	3.96	kN/m ²
pressione alla base terreno	225.91	kN/m ²
larghezza muro a	5.30	m
angolo attrito terreno riempimento	35	°
Coeff.spinta	0.426	
pressione spinta sovraccarico	1.687171	kN/m ²
pressione spinta terreno	96.33335	kN/m ²
Rapporto dimensionale a/b	0.445753	

Lato verticale (mx1)	Sovraccarico	terreno
fattore moltiplicativo	47.4 kNm ²	2706.0 kNm ²
Coefficiente di incastro	0.4296	-0.0884
Momento massimo di incastro superiore	20.4 kNm/m	-239.2 kNm/m

Lato di base orizzontale (my31)		
fattore moltiplicativo	238.5 kNm ²	13618.8 kNm ²
Coefficiente di incastro	-0.1050	-0.0546
Momento massimo di incastro alla base	-25.0 kNm/m	-743.6 kNm/m

Tab. 1.41¹

$\mu = 0,20$
 $\gamma = \frac{a}{b}$
 $M_{xx} = -\mu M_{yy}$
 $M_{yy} = -\mu M_{xx}$

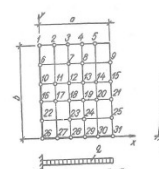


γ	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
M_{x1}	-0,4925	-0,4752	-0,4565	-0,4296	-0,3513	-0,2949	
M_{x2}	-0,3135	-0,3078	-0,2895	-0,2552	-0,1692	-0,1046	
M_{x3}	-0,1792	-0,1728	-0,1550	-0,1216	-0,0529	-0,0146	
M_{x4}	-0,0768	-0,0753	-0,0605	-0,0340	-0,0105	+0,0268	
M_{x5}	-0,0192	-0,0176	-0,0085	+0,0068	+0,0288	+0,0324	
M_{x10}	-0,4992	-0,4815	-0,4286	-0,3596	-0,2342	-0,1724	
M_{x11}	-0,3200	-0,3008	-0,2532	-0,1980	-0,1103	-0,0643	
M_{x12}	-0,1792	-0,1616	-0,1252	-0,0876	-0,0345	-0,0097	qa^2
M_{x13}	-0,0768	-0,0673	-0,0427	-0,0212	+0,0041	+0,0132	
M_{x14}	-0,0192	-0,0128	-0,0014	+0,0072	+0,0140	+0,0141	
M_{x15}	-0,4925	-0,4320	-0,3400	-0,2580	-0,1468	-0,1033	
M_{x16}	-0,3135	-0,2560	-0,1884	-0,1336	-0,0670	-0,0384	
M_{x17}	-0,1728	-0,1296	-0,0855	-0,0548	-0,0213	-0,0069	
M_{x18}	-0,0768	-0,0465	-0,0228	-0,0108	-0,0002	+0,0032	
M_{x19}	-0,0192	-0,0032	+0,0050	+0,0064	+0,0046	+0,0023	
R_{x1}	+0,9728	+0,9060	+0,8722	+0,9194	+1,1050	+1,1828	
R_{x6}	+1,0101	+1,0552	+1,1020	+1,1140	+1,0433	+0,9335	
R_{x10}	+1,0020	+1,0156	+1,0120	+0,9548	+0,7567	+0,5948	
R_{x16}	+1,0032	+1,0028	+0,9170	+0,7996	+0,5217	+0,3699	
R_{x22}	+0,9649	+0,7328	+0,4700	+0,2844	+0,0988	+0,0548	
R_{x26}	+0,0321	+0,0100	-0,0414	-0,0802	-0,0930	-0,0887	

γ	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
M_{y7}	-0,0006	-0,0020	-0,0031	-0,0028	+0,0001	+0,0023	
M_{y12}	-0,0006	-0,0018	-0,0020	-0,0004	+0,0034	+0,0032	
M_{y18}	-0,0005	-0,0010	0	+0,0014	+0,0005	-0,0069	
M_{y23}	-0,0003	+0,0002	-0,0003	-0,0035	-0,0176	-0,0384	
M_{y28}	-0,0023	-0,0086	-0,0168	-0,0296	-0,0623	-0,1033	
R_{y8}	-0,0003	-0,0007	+0,0002	+0,0032	+0,0106	+0,0141	
M_{y13}	-0,0002	-0,0004	+0,0018	+0,0063	+0,0139	+0,0132	
M_{y19}	-0,0002	+0,0006	+0,0036	+0,0065	+0,0042	-0,0097	qb^2
M_{y24}	+0,0001	+0,0015	+0,0007	-0,0051	-0,0296	-0,0643	
M_{y29}	-0,0043	-0,0158	-0,0307	-0,0541	-0,1104	-0,1724	
M_{y9}	0	+0,0005	+0,0037	+0,0105	+0,0257	+0,0324	
M_{y15}	0	+0,0010	+0,0040	+0,0145	+0,0279	+0,0268	
M_{y21}	+0,0001	+0,0024	+0,0078	+0,0122	+0,0077	-0,0146	
M_{y25}	+0,0004	+0,0030	+0,0012	-0,0088	-0,0501	-0,1046	
M_{y31}	-0,0083	-0,0304	-0,0589	-0,1051	-0,2076	-0,2949	
R_{y26}	+0,0041	+0,0025	-0,0155	-0,0401	-0,0698	-0,0887	
R_{y27}	-0,0062	-0,0058	-0,0080	+0,0011	+0,0333	+0,0548	
R_{y28}	+0,0503	+0,0998	+0,1135	+0,1576	+0,2595	+0,3699	
R_{y29}	+0,1060	+0,2009	+0,2213	+0,3024	+0,4574	+0,5948	
R_{y30}	+0,2029	+0,3764	+0,4296	+0,5696	+0,7928	+0,9335	
R_{y31}	+0,3120	+0,5716	+0,6709	+0,8739	+1,1288	+1,1828	

Tab. 1.97¹

$\mu = 0,20$
 $\gamma = \frac{a}{b}$
 $M_{yy} = -\mu M_{xx}$
 $M_{xx} = -\mu M_{yy}$



γ	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
M_{x1}	-0,0448	-0,0688	-0,0818	-0,0884	-0,0826	-0,0662	
M_{x2}	-0,0384	-0,0660	-0,0676	-0,0668	-0,0478	-0,0291	
M_{x3}	-0,0256	-0,0416	-0,0469	-0,0400	-0,0190	-0,0056	
M_{x4}	-0,0128	-0,0256	-0,0263	-0,0184	-0,0014	+0,0059	
M_{x5}	-0,0064	-0,0112	-0,0107	-0,0052	+0,0050	+0,0077	
M_{x10}	-0,1985	-0,1905	-0,1657	-0,1336	-0,0816	+0,0518	
M_{x11}	-0,1280	-0,1184	-0,0946	-0,0696	-0,0346	-0,0173	
M_{x12}	-0,0704	-0,0624	-0,0441	-0,0276	-0,0082	-0,0004	
M_{x13}	-0,0320	-0,0240	-0,0128	-0,0036	+0,0041	+0,0059	qa^2
M_{x14}	-0,0064	-0,0048	+0,0014	+0,0052	+0,0064	+0,0054	
M_{x16}	-0,2943	-0,2400	-0,1750	-0,1236	-0,0640	-0,0368	
M_{x17}	-0,1855	-0,1360	-0,0868	-0,0540	-0,0215	-0,0092	
M_{x18}	-0,1024	-0,0640	-0,0320	-0,0148	-0,0018	+0,0015	
M_{x19}	-0,0448	-0,0176	-0,0014	+0,0044	+0,0053	+0,0041	
M_{x20}	-0,0064	+0,0032	+0,0085	+0,0084	+0,0051	+0,0028	
R_{x1}	+0,0600	+0,0304	+0,0107	+0,0332	+0,1298	+0,1917	
R_{x6}	+0,2017	+0,2228	+0,2508	+0,2804	+0,2755	+0,2481	
R_{x10}	+0,4008	+0,4105	+0,4138	+0,3906	+0,3070	+0,2364	
R_{x16}	+0,6040	+0,6050	+0,5462	+0,4622	+0,3176	+0,2289	
R_{x22}	+0,7710	+0,6900	+0,4042	+0,2826	+0,1590	+0,1047	
R_{x26}	+0,0448	-0,0336	+0,0117	-0,0158	-0,0259	-0,0224	

γ	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
M_{y7}	-0,0001	-0,0007	+0,0012	-0,0010	+0,0004	+0,0019	
M_{y12}	-0,0002	-0,0007	+0,0003	+0,0010	+0,0044	+0,0064	
M_{y18}	-0,0003	-0,0002	-0,0012	+0,0032	+0,0060	+0,0062	
M_{y23}	-0,0002	+0,0006	-0,0014	+0,0012	-0,0019	-0,0073	
M_{y28}	-0,0021	-0,0069	+0,0119	-0,0193	-0,0352	-0,0515	
M_{y8}	-0,0001	-0,0005	+0,0004	+0,0007	+0,0039	+0,0059	
M_{y13}	-0,0001	-0,0001	+0,0013	+0,0041	+0,0093	+0,0112	qb^2
M_{y19}	-0,0001	+0,0009	+0,0037	+0,0067	+0,0096	+0,0078	
M_{y24}	-0,0001	+0,0017	+0,0028	+0,0018	-0,0050	-0,0148	
M_{y29}	-0,0038	-0,0121	-0,0202	-0,0318	-0,0548	-0,0759	
M_{y9}	-0,0001	-0,0004	+0,0002	+0,0026	+0,0087	+0,0118	
M_{y15}	0	+0,0005	+0,0034	+0,0079	+0,0155	+0,0172	
M_{y21}	+0,0001	+0,0022	+0,0067	+0,0109	+0,0132	+0,0084	
M_{y25}	+0,0004	+0,0032	+0,0043	+0,0017	-0,0108	-0,0268	
M_{y31}	-0,0072	-0,0221	-0,0354	-0,0546	-0,0896	-0,1157	
R_{y26}	+0,0056	+0,0084	+0,0044	-0,0079	-0,0194	-0,0224	
R_{y27}	-0,0008	+0,0133	+0,0309	+0,0573	+0,1105	+0,1598	
R_{y28}	+0,0510	+0,1020	+0,1232	+0,1665	+0,2399	+0,2991	
R_{y29}	+0,0996	+0,1780	+0,1911	+0,2446	+0,3236	+0,3794	
R_{y30}	+0,1819	+0,3009	+0,3079	+0,3698	+0,4489	+0,4909	
R_{y31}	+0,2706	+0,4232	+0,4185	+0,4827	+0,5505	+0,5586	

Lo spessore del muro alla base è pari ad 1m, in sommità è pari a 75cm.

Alla base viene considerato uno sforzo normale di $25 \times 11.89 \times 0.875 = 260$ kN/m

Verifica del muro all'incastro di base

$$M_{slu} = 1.3 \times 743 + 1.5 \times 25 = 1003 \text{ kNm}$$

La sezione è armata con $5\varnothing 20/\text{m}$ all'esterno e $10\varnothing 20/\text{m}$

Titolo : _____

N° strati barre 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	31.42	95

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

N_{Ed} 260 **0** kN
M_{xEd} 1003 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 1,242 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 38.7 ‰
d 95 cm
x 7.88 x/d 0.08295
 δ 0.7

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

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

Verifica del muro all'incastro con il muro frontale

$$M_{slu} = 1.3 \times 239 + 1.5 \times 20.4 = 341 \text{ kNm}$$

La sezione è armata con $5+5\varnothing 20/\text{m}$

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	75

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	70

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

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{c1}

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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

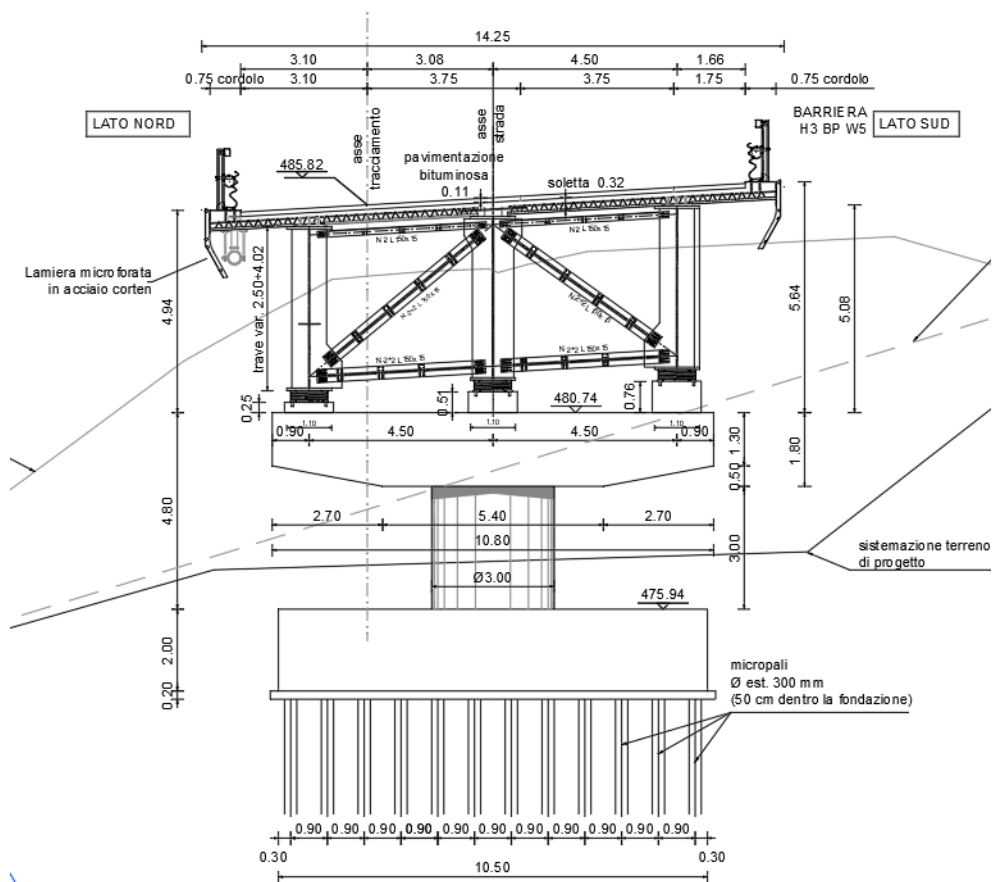
Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

20. PILA

La pila è costituita da un fusto circolare di 3m di diametro, con altezza di 3m per la pila centrale, che sorregge un pulvino di sezione rettangolare di altezza variabile.



Il plinto ha una geometria rettangolare 7.8m x 10.5m di 2m di spessore fondata su 108 micropali Ø300.

Inerzia platea:

spessore= 2 m
Ntrasv = 12.00
nlong = 9.00
Dpalo = 0.30 m
int = 0.90 m
bordo = 0.30 m
Btrasv = 10.50 m
Blong = 7.80 m
ntot pali = 108.00
Ppplinto = 4,095.00 kN
Pterra= 3,112.20 kN

Caratteristiche inerziali della palificata

Trasv	Di_trasv_^2	Long	Di_long^2
	1,042.47 mq		583.20 mq

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGENGERIA
GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl



cooprogetti



1	-4.95 m	24.50	1	-3.6 m	12.96
2	-4.05 m	16.40	2	-2.7 m	7.29
3	-3.15 m	9.92	3	-1.8 m	3.24
4	-2.25 m	5.06	4	-0.9 m	0.81
5	-1.35 m	1.82	5	0 m	0.00
6	-0.45 m	0.20	6	0.9 m	0.81
7	0.45 m	0.20	7	1.8 m	3.24
8	1.35 m	1.82	8	2.7 m	7.29
9	2.25 m	5.06	9	3.6 m	12.96
10	3.15 m	9.92	10		
11	4.05 m	16.40	11		
12	4.95 m	24.50	12		

Si riportano le sollecitazioni alla base del fusto pila, ordinate secondo condizioni che massimizzano e minimizzano rispettivamente lo sforzo normale ed i momenti flessionali nelle direzioni trasversali e longitudinali essendo M_t = momento longitudinale

M_z = momento trasversale

Shear-y = taglio trasversale

Shear- z = taglio longitudinale

La dicitura delle condizioni di azioni è la seguenti

- g1 peso proprio delle strutture
- g2 carichi permanenti portati
- Cedimenti distorsioni di progetto
- Ritiro ritiro del calcestruzzo
- dt variazioni termiche differenziali: Acciaio-cl.
- Cedimenti cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 : carichi mobili
- freno: azioni longitudinali di frenamento
- SISMA azione sismica
- vento azioni del vento

Si riportano di seguito le combinazioni di verifica adottate:

```
NAME=SLU1, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
      CBC, vento, 0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU2, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
      CBC, vento, 0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU3, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
      CBC, vento, -0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU4, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
      CBC, vento, -0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU5, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
```

```

        CBC, vento, 0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU7, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, -0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU8, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, -0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35
NAME=SLU9, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
        CBC, dt1, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35
NAME=SLU10, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
        CBC, dt2, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35
NAME=SLU11, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, dt1, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35
NAME=SLU12, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, dt2, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35
NAME=SLU13, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
        CBC, dt1, 1.5, CBC, qlmax, 1.35
NAME=SLU14, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
        CBC, dt2, 1.5, CBC, qlmax, 1.35
NAME=SLU15, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, dt1, 1.5, CBC, qlmax, 1.35
NAME=SLU16, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, dt2, 1.5, CBC, qlmax, 1.35
NAME=SLU17, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2
        CBC, vento, 1.5
NAME=SLU18, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, 1.5
NAME=SISMA1, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA2, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA3, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 1
NAME=SISMA4, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA5, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA6, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -1
NAME=SISMA7, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1

```

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



```

        CBC, sismax, 1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA8, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, 0.3
NAME=SISMA9, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 1
NAME=SISMA10, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA11, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA12, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -1
NAME=SISMA13, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA14, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA15, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -1
NAME=SISMA16, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA17, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, -0.3
NAME=SISMA18, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -1
NAME=SLE1_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, 0.6, CBC, dt1, 0.6, CBC, qlmax, 1
NAME=SLE2_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, 0.6, CBC, dt2, 0.6, CBC, qlmax, 1
NAME=SLE3_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, -0.6, CBC, dt1, 0.6, CBC, qlmax, 1
NAME=SLE4_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1
        CBC, vento, -0.6, CBC, dt2, 0.6, CBC, qlmax, 1
NAME=SLE1_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.6
        MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBC, vento, 0.2
NAME=SLE2_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.6
        MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4
        CBC, vento, 0.2
NAME=SLE3_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
        CBC, g1, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.6
        MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBC, vento, 0.2
NAME=SLE4_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0

```

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.6
MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4
CBC, vento, 0.2
NAME=SLE1_QP, CONC, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0
CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.5
NAME=SLE2_QP, CONC, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0
CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.5

Ele m	Load	Part	Componen t	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
763	SLU1(max)	J[529]	Axial	-28,022	-1,947	0	0	0	9,156
763	SLU1(max)	J[529]	Moment-y	-31,220	-1,947	-78	232	233	-2,423
763	SLU1(max)	J[529]	Moment-z	-28,022	-1,947	0	0	0	9,156
763	SLU2(max)	J[529]	Axial	-28,675	-1,946	0	0	0	9,155
763	SLU2(max)	J[529]	Moment-y	-31,873	-1,946	-78	232	233	-2,424
763	SLU2(max)	J[529]	Moment-z	-28,675	-1,946	0	0	0	9,155
763	SLU3(max)	J[529]	Axial	-28,024	1,946	0	0	0	-9,993
763	SLU3(max)	J[529]	Moment-y	-31,222	1,946	-78	232	233	-21,572
763	SLU3(max)	J[529]	Moment-z	-28,024	1,946	0	0	0	-9,993
763	SLU4(max)	J[529]	Axial	-28,676	1,947	0	0	0	-9,994
763	SLU4(max)	J[529]	Moment-y	-31,874	1,947	-78	232	233	-21,573
763	SLU4(max)	J[529]	Moment-z	-28,676	1,947	0	0	0	-9,994
763	SLU5(max)	J[529]	Axial	-20,235	-1,947	0	0	0	9,295
763	SLU5(max)	J[529]	Moment-y	-23,406	-1,947	-77	232	232	-2,284
763	SLU5(max)	J[529]	Moment-z	-20,235	-1,947	0	0	0	9,295
763	SLU6(max)	J[529]	Axial	-20,888	-1,946	0	0	0	9,293
763	SLU6(max)	J[529]	Moment-y	-24,059	-1,946	-77	232	232	-2,285
763	SLU6(max)	J[529]	Moment-z	-20,888	-1,946	0	0	0	9,293
763	SLU7(max)	J[529]	Axial	-20,237	1,946	0	0	0	-9,854
763	SLU7(max)	J[529]	Moment-y	-23,407	1,946	-77	232	232	-21,433
763	SLU7(max)	J[529]	Moment-z	-20,237	1,946	0	0	0	-9,854
763	SLU8(max)	J[529]	Axial	-20,889	1,947	0	0	0	-9,855
763	SLU8(max)	J[529]	Moment-y	-24,060	1,947	-77	232	232	-21,434
763	SLU8(max)	J[529]	Moment-z	-20,889	1,947	0	0	0	-9,855
763	SLU9(max)	J[529]	Axial	-28,023	0	-381	0	1,142	-419
763	SLU9(max)	J[529]	Moment-y	-32,379	0	-486	174	1,457	-8,872
763	SLU9(max)	J[529]	Moment-z	-30,243	2	-381	0	1,143	5,705
763	SLU10(max)	J[529]	Axial	-28,675	0	-381	0	1,142	-420
763	SLU10(max)	J[529]	Moment-y	-33,031	1	-486	174	1,457	-8,873
763	SLU10(max)	J[529]	Moment-z	-30,895	2	-381	0	1,143	5,704
763	SLU11(max)	J[529]	Axial	-20,236	0	-381	0	1,142	-280
763	SLU11(max)	J[529]	Moment-y	-24,564	0	-485	174	1,456	-8,733
763	SLU11(max)	J[529]	Moment-z	-22,456	2	-381	0	1,143	5,844

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

763	SLU12(max)	J[529]	Axial	-20,889	0	-381	0	1,142	-281
763	SLU12(max)	J[529]	Moment-y	-25,217	1	-485	174	1,456	-8,734
763	SLU12(max)	J[529]	Moment-z	-23,108	2	-381	0	1,143	5,843
763	SLU13(max)	J[529]	Axial	-27,807	0	0	0	0	-418
763	SLU13(max)	J[529]	Moment-y	-32,163	0	-105	174	315	-8,872
763	SLU13(max)	J[529]	Moment-z	-30,027	2	0	0	1	5,705
763	SLU14(max)	J[529]	Axial	-28,895	0	0	0	0	-420
763	SLU14(max)	J[529]	Moment-y	-33,250	1	-105	174	315	-8,874
763	SLU14(max)	J[529]	Moment-z	-31,114	2	0	0	1	5,703
763	SLU15(max)	J[529]	Axial	-20,020	0	0	0	0	-279
763	SLU15(max)	J[529]	Moment-y	-24,349	0	-105	174	314	-8,733
763	SLU15(max)	J[529]	Moment-z	-22,240	2	0	0	1	5,844
763	SLU16(max)	J[529]	Axial	-21,108	0	0	0	0	-281
763	SLU16(max)	J[529]	Moment-y	-25,436	1	-105	174	314	-8,735
763	SLU16(max)	J[529]	Moment-z	-23,327	2	0	0	1	5,842
763	SLU17(max)	J[529]	Axial	-28,346	-3,244	0	0	0	15,538
763	SLU17(max)	J[529]	Moment-y	-28,511	-3,244	-2	0	5	15,538
763	SLU17(max)	J[529]	Moment-z	-28,346	-3,244	0	0	0	15,538
763	SLU18(max)	J[529]	Axial	-20,559	-3,244	0	0	0	15,677
763	SLU18(max)	J[529]	Moment-y	-20,697	-3,244	-1	0	4	15,677
763	SLU18(max)	J[529]	Moment-z	-20,559	-3,244	0	0	0	15,677
763	SISMA1(max)	J[529]	Axial	-20,229	508	1,454	0	4,361	3,419
763	SISMA1(max)	J[529]	Moment-y	-20,367	508	1,452	0	4,365	3,419
763	SISMA1(max)	J[529]	Moment-z	-20,229	508	1,454	0	4,361	3,419
763	SISMA2(max)	J[529]	Axial	-20,228	1,692	436	0	1,308	12,003
763	SISMA2(max)	J[529]	Moment-y	-20,366	1,692	435	0	1,312	12,003
763	SISMA2(max)	J[529]	Moment-z	-20,228	1,692	436	0	1,308	12,003
763	SISMA3(max)	J[529]	Axial	-19,459	508	436	0	1,308	3,467
763	SISMA3(max)	J[529]	Moment-y	-19,597	508	435	0	1,312	3,467
763	SISMA3(max)	J[529]	Moment-z	-19,459	508	436	0	1,308	3,467
763	SISMA4(max)	J[529]	Axial	-20,229	508	-1,454	0	-4,361	3,419
763	SISMA4(max)	J[529]	Moment-y	-20,367	508	-1,455	0	-4,357	3,419
763	SISMA4(max)	J[529]	Moment-z	-20,229	508	-1,454	0	-4,361	3,419
763	SISMA5(max)	J[529]	Axial	-20,231	-1,692	436	0	1,308	-12,522
763	SISMA5(max)	J[529]	Moment-y	-20,369	-1,692	435	0	1,312	-12,522
763	SISMA5(max)	J[529]	Moment-z	-20,231	-1,692	436	0	1,308	-12,522
763	SISMA6(max)	J[529]	Axial	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA6(max)	J[529]	Moment-y	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA6(max)	J[529]	Moment-z	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA7(max)	J[529]	Axial	-20,230	-507	1,454	0	4,361	-3,938
763	SISMA7(max)	J[529]	Moment-y	-20,368	-507	1,452	0	4,365	-3,938
763	SISMA7(max)	J[529]	Moment-z	-20,230	-507	1,454	0	4,361	-3,938
763	SISMA8(max)	J[529]	Axial	-20,228	1,692	-436	0	-1,308	12,003

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



763	SISMA8(max)	J[529]	Moment-y	-20,366	1,692	-437	0	-1,304	12,003
763	SISMA8(max)	J[529]	Moment-z	-20,228	1,692	-436	0	-1,308	12,003
763	SISMA9(max)	J[529]	Axial	-19,459	508	-436	0	-1,308	3,467
763	SISMA9(max)	J[529]	Moment-y	-19,597	508	-437	0	-1,304	3,467
763	SISMA9(max)	J[529]	Moment-z	-19,459	508	-436	0	-1,308	3,467
763	SISMA10(max)	J[529]	Axial	-20,890	507	1,454	0	4,361	3,378
763	SISMA10(max)	J[529]	Moment-y	-21,027	507	1,452	0	4,365	3,378
763	SISMA10(max)	J[529]	Moment-z	-20,890	507	1,454	0	4,361	3,378
763	SISMA11(max)	J[529]	Axial	-20,889	1,692	436	0	1,308	11,962
763	SISMA11(max)	J[529]	Moment-y	-21,026	1,692	435	0	1,312	11,962
763	SISMA11(max)	J[529]	Moment-z	-20,889	1,692	436	0	1,308	11,962
763	SISMA12(max)	J[529]	Axial	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA12(max)	J[529]	Moment-y	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA12(max)	J[529]	Moment-z	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA13(max)	J[529]	Axial	-20,890	-508	-1,454	0	-4,361	-3,980
763	SISMA13(max)	J[529]	Moment-y	-21,028	-508	-1,455	0	-4,357	-3,980
763	SISMA13(max)	J[529]	Moment-z	-20,890	-508	-1,454	0	-4,361	-3,980
763	SISMA14(max)	J[529]	Axial	-20,891	-1,692	-436	0	-1,308	-12,563
763	SISMA14(max)	J[529]	Moment-y	-21,029	-1,692	-437	0	-1,304	-12,563
763	SISMA14(max)	J[529]	Moment-z	-20,891	-1,692	-436	0	-1,308	-12,563
763	SISMA15(max)	J[529]	Axial	-21,661	-508	-436	0	-1,308	-4,028
763	SISMA15(max)	J[529]	Moment-y	-21,798	-508	-437	0	-1,304	-4,028
763	SISMA15(max)	J[529]	Moment-z	-21,661	-508	-436	0	-1,308	-4,028
763	SISMA16(max)	J[529]	Axial	-20,890	-508	1,454	0	4,361	-3,980
763	SISMA16(max)	J[529]	Moment-y	-21,028	-508	1,452	0	4,365	-3,980
763	SISMA16(max)	J[529]	Moment-z	-20,890	-508	1,454	0	4,361	-3,980
763	SISMA17(max)	J[529]	Axial	-20,891	-1,692	436	0	1,308	-12,563
763	SISMA17(max)	J[529]	Moment-y	-21,029	-1,692	435	0	1,312	-12,563
763	SISMA17(max)	J[529]	Moment-z	-20,891	-1,692	436	0	1,308	-12,563
763	SISMA18(max)	J[529]	Axial	-21,661	-508	436	0	1,308	-4,028
763	SISMA18(max)	J[529]	Moment-y	-21,798	-508	435	0	1,312	-4,028
763	SISMA18(max)	J[529]	Moment-z	-21,661	-508	436	0	1,308	-4,028
763	SLE1_CAR(max)	J[529]	Axial	-20,344	-1,298	0	0	0	6,103
763	SLE1_CAR(max)	J[529]	Moment-y	-23,585	-1,297	-78	129	234	-159
763	SLE1_CAR(max)	J[529]	Moment-z	-21,988	-1,296	0	0	1	10,639
763	SLE2_CAR(max)	J[529]	Axial	-20,779	-1,298	0	0	0	6,102
763	SLE2_CAR(max)	J[529]	Moment-y	-24,020	-1,297	-78	129	234	-160
763	SLE2_CAR(max)	J[529]	Moment-z	-22,423	-1,296	0	0	1	10,638
763	SLE3_CAR(max)	J[529]	Axial	-20,344	1,298	0	0	0	-6,663
763	SLE3_CAR(max)	J[529]	Moment-y	-23,586	1,298	-78	129	234	-12,924

763	SLE3_CAR(max)	J[529]	Moment-z	-21,989	1,299	0	0	1	-2,127
763	SLE4_CAR(max)	J[529]	Axial	-20,779	1,298	0	0	0	-6,663
763	SLE4_CAR(max)	J[529]	Moment-y	-24,021	1,298	-78	129	234	-12,925
763	SLE4_CAR(max)	J[529]	Moment-z	-22,424	1,299	0	0	1	-2,128
763	SLE1_FR(max)	J[529]	Axial	-16,038	-433	0	0	0	2,120
763	SLE1_FR(max)	J[529]	Moment-y	-17,701	-432	-41	71	123	-1,138
763	SLE1_FR(max)	J[529]	Moment-z	-16,766	-432	0	0	0	4,025
763	SLE2_FR(max)	J[529]	Axial	-16,038	-433	0	0	0	2,120
763	SLE2_FR(max)	J[529]	Moment-y	-17,311	-432	-31	90	94	-2,126
763	SLE2_FR(max)	J[529]	Moment-z	-16,038	-433	0	0	0	2,120
763	SLE3_FR(max)	J[529]	Axial	-16,473	-432	0	0	0	2,119
763	SLE3_FR(max)	J[529]	Moment-y	-18,137	-432	-41	71	123	-1,139
763	SLE3_FR(max)	J[529]	Moment-z	-17,201	-432	0	0	0	4,024
763	SLE4_FR(max)	J[529]	Axial	-16,473	-432	0	0	0	2,119
763	SLE4_FR(max)	J[529]	Moment-y	-17,746	-432	-31	90	94	-2,127
763	SLE4_FR(max)	J[529]	Moment-z	-16,473	-432	0	0	0	2,119
763	SLE1_QP(max)	J[529]	Axial	-16,074	0	0	0	0	-8
763	SLE1_QP(max)	J[529]	Moment-y	-16,212	0	-1	0	4	-8
763	SLE1_QP(max)	J[529]	Moment-z	-16,074	0	0	0	0	-8
763	SLE2_QP(max)	J[529]	Axial	-16,437	0	0	0	0	-8
763	SLE2_QP(max)	J[529]	Moment-y	-16,574	0	-1	0	4	-8
763	SLE2_QP(max)	J[529]	Moment-z	-16,437	0	0	0	0	-8
763	SLU1(min)	J[529]	Axial	-33,774	-1,957	-3	5	9	-12,325
763	SLU1(min)	J[529]	Moment-y	-31,055	-1,947	76	-232	-228	-2,423
763	SLU1(min)	J[529]	Moment-z	-33,774	-1,957	-3	5	9	-12,325
763	SLU2(min)	J[529]	Axial	-34,426	-1,957	-3	5	9	-12,326
763	SLU2(min)	J[529]	Moment-y	-31,708	-1,946	76	-232	-228	-2,424
763	SLU2(min)	J[529]	Moment-z	-34,426	-1,957	-3	5	9	-12,326
763	SLU3(min)	J[529]	Axial	-33,775	1,936	-3	4	9	-31,473
763	SLU3(min)	J[529]	Moment-y	-31,056	1,946	76	-232	-228	-21,572
763	SLU3(min)	J[529]	Moment-z	-33,775	1,936	-3	4	9	-31,473
763	SLU4(min)	J[529]	Axial	-34,427	1,936	-3	4	9	-31,475
763	SLU4(min)	J[529]	Moment-y	-31,709	1,947	76	-232	-228	-21,573
763	SLU4(min)	J[529]	Moment-z	-34,427	1,936	-3	4	9	-31,475
763	SLU5(min)	J[529]	Axial	-25,959	-1,957	-3	5	8	-12,186
763	SLU5(min)	J[529]	Moment-y	-23,268	-1,947	76	-232	-228	-2,284
763	SLU5(min)	J[529]	Moment-z	-25,959	-1,957	-3	5	8	-12,186
763	SLU6(min)	J[529]	Axial	-26,612	-1,957	-3	5	8	-12,187
763	SLU6(min)	J[529]	Moment-y	-23,921	-1,946	76	-232	-228	-2,285
763	SLU6(min)	J[529]	Moment-z	-26,612	-1,957	-3	5	8	-12,187
763	SLU7(min)	J[529]	Axial	-25,960	1,936	-3	4	8	-31,334

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

763	SLU7(min)	J[529]	Moment-y	-23,270	1,946	76	-232	-228	-21,433
763	SLU7(min)	J[529]	Moment-z	-25,960	1,936	-3	4	8	-31,334
763	SLU8(min)	J[529]	Axial	-26,613	1,936	-3	4	8	-31,336
763	SLU8(min)	J[529]	Moment-y	-23,922	1,947	76	-232	-228	-21,434
763	SLU8(min)	J[529]	Moment-z	-26,613	1,936	-3	4	8	-31,336
763	SLU9(min)	J[529]	Axial	-35,994	-9	-384	4	1,151	-15,776
763	SLU9(min)	J[529]	Moment-y	-32,213	0	-277	-174	832	-8,872
763	SLU9(min)	J[529]	Moment-z	-33,774	-11	-384	4	1,151	-21,899
763	SLU10(min)	J[529]	Axial	-36,646	-9	-384	4	1,151	-15,777
763	SLU10(min)	J[529]	Moment-y	-32,866	1	-277	-174	832	-8,873
763	SLU10(min)	J[529]	Moment-z	-34,427	-11	-384	4	1,151	-21,900
763	SLU11(min)	J[529]	Axial	-28,180	-9	-384	4	1,151	-15,637
763	SLU11(min)	J[529]	Moment-y	-24,427	0	-277	-174	832	-8,733
763	SLU11(min)	J[529]	Moment-z	-25,960	-11	-383	4	1,150	-21,760
763	SLU12(min)	J[529]	Axial	-28,832	-9	-384	4	1,151	-15,638
763	SLU12(min)	J[529]	Moment-y	-25,079	1	-277	-174	832	-8,734
763	SLU12(min)	J[529]	Moment-z	-26,612	-11	-383	4	1,150	-21,761
763	SLU13(min)	J[529]	Axial	-35,778	-9	-3	4	9	-15,775
763	SLU13(min)	J[529]	Moment-y	-31,998	0	103	-174	-310	-8,871
763	SLU13(min)	J[529]	Moment-z	-33,558	-11	-3	4	9	-21,899
763	SLU14(min)	J[529]	Axial	-36,866	-9	-3	4	9	-15,777
763	SLU14(min)	J[529]	Moment-y	-33,085	1	103	-174	-310	-8,873
763	SLU14(min)	J[529]	Moment-z	-34,646	-10	-3	4	9	-21,901
763	SLU15(min)	J[529]	Axial	-27,964	-9	-3	4	9	-15,636
763	SLU15(min)	J[529]	Moment-y	-24,211	0	103	-174	-310	-8,733
763	SLU15(min)	J[529]	Moment-z	-25,744	-11	-3	4	8	-21,760
763	SLU16(min)	J[529]	Axial	-29,051	-9	-3	4	9	-15,638
763	SLU16(min)	J[529]	Moment-y	-25,298	1	103	-174	-310	-8,735
763	SLU16(min)	J[529]	Moment-z	-26,832	-10	-3	4	8	-21,762
763	SLU17(min)	J[529]	Axial	-28,511	-3,244	-2	0	5	15,538
763	SLU17(min)	J[529]	Moment-y	-28,346	-3,244	0	0	0	15,538
763	SLU17(min)	J[529]	Moment-z	-28,511	-3,244	-2	0	5	15,538
763	SLU18(min)	J[529]	Axial	-20,697	-3,244	-1	0	4	15,677
763	SLU18(min)	J[529]	Moment-y	-20,559	-3,244	0	0	0	15,677
763	SLU18(min)	J[529]	Moment-z	-20,697	-3,244	-1	0	4	15,677
763	SISMA1(min)	J[529]	Axial	-20,367	508	1,452	0	4,365	3,419
763	SISMA1(min)	J[529]	Moment-y	-20,229	508	1,454	0	4,361	3,419
763	SISMA1(min)	J[529]	Moment-z	-20,367	508	1,452	0	4,365	3,419
763	SISMA2(min)	J[529]	Axial	-20,366	1,692	435	0	1,312	12,003
763	SISMA2(min)	J[529]	Moment-y	-20,228	1,692	436	0	1,308	12,003
763	SISMA2(min)	J[529]	Moment-z	-20,366	1,692	435	0	1,312	12,003
763	SISMA3(min)	J[529]	Axial	-19,597	508	435	0	1,312	3,467
763	SISMA3(min)	J[529]	Moment-y	-19,459	508	436	0	1,308	3,467

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

763	SISMA3(min)	J[529]	Moment-z	-19,597	508	435	0	1,312	3,467
763	SISMA4(min)	J[529]	Axial	-20,367	508	-1,455	0	-4,357	3,419
763	SISMA4(min)	J[529]	Moment-y	-20,229	508	-1,454	0	-4,361	3,419
763	SISMA4(min)	J[529]	Moment-z	-20,367	508	-1,455	0	-4,357	3,419
763	SISMA5(min)	J[529]	Axial	-20,369	-1,692	435	0	1,312	-12,522
763	SISMA5(min)	J[529]	Moment-y	-20,231	-1,692	436	0	1,308	-12,522
763	SISMA5(min)	J[529]	Moment-z	-20,369	-1,692	435	0	1,312	-12,522
763	SISMA6(min)	J[529]	Axial	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA6(min)	J[529]	Moment-y	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA6(min)	J[529]	Moment-z	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA7(min)	J[529]	Axial	-20,368	-507	1,452	0	4,365	-3,938
763	SISMA7(min)	J[529]	Moment-y	-20,230	-507	1,454	0	4,361	-3,938
763	SISMA7(min)	J[529]	Moment-z	-20,368	-507	1,452	0	4,365	-3,938
763	SISMA8(min)	J[529]	Axial	-20,366	1,692	-437	0	-1,304	12,003
763	SISMA8(min)	J[529]	Moment-y	-20,228	1,692	-436	0	-1,308	12,003
763	SISMA8(min)	J[529]	Moment-z	-20,366	1,692	-437	0	-1,304	12,003
763	SISMA9(min)	J[529]	Axial	-19,597	508	-437	0	-1,304	3,467
763	SISMA9(min)	J[529]	Moment-y	-19,459	508	-436	0	-1,308	3,467
763	SISMA9(min)	J[529]	Moment-z	-19,597	508	-437	0	-1,304	3,467
763	SISMA10(min)	J[529]	Axial	-21,027	507	1,452	0	4,365	3,378
763	SISMA10(min)	J[529]	Moment-y	-20,890	507	1,454	0	4,361	3,378
763	SISMA10(min)	J[529]	Moment-z	-21,027	507	1,452	0	4,365	3,378
763	SISMA11(min)	J[529]	Axial	-21,026	1,692	435	0	1,312	11,962
763	SISMA11(min)	J[529]	Moment-y	-20,889	1,692	436	0	1,308	11,962
763	SISMA11(min)	J[529]	Moment-z	-21,026	1,692	435	0	1,312	11,962
763	SISMA12(min)	J[529]	Axial	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA12(min)	J[529]	Moment-y	-21,660	507	436	0	1,308	3,330
763	SISMA12(min)	J[529]	Moment-z	-21,797	507	435	0	1,312	3,330
763	SISMA13(min)	J[529]	Axial	-21,028	-508	-1,455	0	-4,357	-3,980
763	SISMA13(min)	J[529]	Moment-y	-20,890	-508	-1,454	0	-4,361	-3,980
763	SISMA13(min)	J[529]	Moment-z	-21,028	-508	-1,455	0	-4,357	-3,980
763	SISMA14(min)	J[529]	Axial	-21,029	-1,692	-437	0	-1,304	-12,563
763	SISMA14(min)	J[529]	Moment-y	-20,891	-1,692	-436	0	-1,308	-12,563
763	SISMA14(min)	J[529]	Moment-z	-21,029	-1,692	-437	0	-1,304	-12,563
763	SISMA15(min)	J[529]	Axial	-21,798	-508	-437	0	-1,304	-4,028
763	SISMA15(min)	J[529]	Moment-y	-21,661	-508	-436	0	-1,308	-4,028
763	SISMA15(min)	J[529]	Moment-z	-21,798	-508	-437	0	-1,304	-4,028
763	SISMA16(min)	J[529]	Axial	-21,028	-508	1,452	0	4,365	-3,980
763	SISMA16(min)	J[529]	Moment-y	-20,890	-508	1,454	0	4,361	-3,980
763	SISMA16(min)	J[529]	Moment-z	-21,028	-508	1,452	0	4,365	-3,980
763	SISMA17(min)	J[529]	Axial	21,029.03	-1,691.80	434.73	-0.02	1,312.23	-12,563.41
763	SISMA17(min)	J[529]	Moment-y	20,891.27	-1,691.80	436.07	-0.02	1,308.21	-12,563.41

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(FI508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.02 – VIADOTTO MARI DIR. FANO

763	SISMA17(min)	J[529]	Moment-z	21,029.03	-1,691.80	434.73	-0.02	1,312.23	-12,563.41
763	SISMA18(min)	J[529]	Axial	21,798.27	-507.87	434.73	0.07	1,312.23	-4,027.65
763	SISMA18(min)	J[529]	Moment-y	21,660.51	-507.87	436.07	0.07	1,308.21	-4,027.65
763	SISMA18(min)	J[529]	Moment-z	21,798.27	-507.87	434.73	0.07	1,312.23	-4,027.65
763	SLE1_CAR(min)	J[529]	Axial	26,263.31	-1,304.34	-2.46	3.08	7.38	-5,272.54
763	SLE1_CAR(min)	J[529]	Moment-y	23,447.73	-1,297.33	76.57	-128.70	-229.70	-158.69
763	SLE1_CAR(min)	J[529]	Moment-z	24,619.10	-1,305.67	-2.27	3.33	6.82	-9,808.50
763	SLE2_CAR(min)	J[529]	Axial	26,698.31	-1,304.14	-2.46	3.08	7.38	-5,273.32
763	SLE2_CAR(min)	J[529]	Moment-y	23,882.73	-1,297.13	76.57	-128.71	-229.70	-159.48
763	SLE2_CAR(min)	J[529]	Moment-z	25,054.11	-1,305.48	-2.27	3.33	6.82	-9,809.29
763	SLE3_CAR(min)	J[529]	Axial	26,264.18	1,290.99	-2.46	2.95	7.38	-18,038.23
763	SLE3_CAR(min)	J[529]	Moment-y	23,448.59	1,298.00	76.57	-128.84	-229.70	-12,924.39
763	SLE3_CAR(min)	J[529]	Moment-z	24,619.97	1,289.65	-2.27	3.19	6.82	-22,574.20
763	SLE4_CAR(min)	J[529]	Axial	26,699.18	1,291.19	-2.46	2.95	7.38	-18,039.02
763	SLE4_CAR(min)	J[529]	Moment-y	23,883.60	1,298.20	76.57	-128.84	-229.70	-12,925.18
763	SLE4_CAR(min)	J[529]	Moment-z	25,054.97	1,289.85	-2.27	3.19	6.82	-22,574.99
763	SLE1_FR(min)	J[529]	Axial	18,907.47	-436.91	-2.18	2.28	6.54	-3,535.78
763	SLE1_FR(min)	J[529]	Moment-y	17,563.73	-431.97	39.63	-70.69	-118.90	-1,138.40
763	SLE1_FR(min)	J[529]	Moment-z	18,179.94	-437.58	-2.04	2.47	6.12	-5,440.94
763	SLE2_FR(min)	J[529]	Axial	18,179.94	-437.58	-2.04	2.47	6.12	-5,440.94
763	SLE2_FR(min)	J[529]	Moment-y	17,173.35	-432.07	30.01	-89.46	-90.03	-2,126.34
763	SLE2_FR(min)	J[529]	Moment-z	18,179.94	-437.58	-2.04	2.47	6.12	-5,440.94
763	SLE3_FR(min)	J[529]	Axial	19,342.47	-436.71	-2.18	2.28	6.54	-3,536.57
763	SLE3_FR(min)	J[529]	Moment-y	17,998.74	-431.77	39.63	-70.69	-118.90	-1,139.19
763	SLE3_FR(min)	J[529]	Moment-z	18,614.95	-437.38	-2.04	2.47	6.12	-5,441.73
763	SLE4_FR(min)	J[529]	Axial	18,614.95	-437.38	-2.04	2.47	6.12	-5,441.73
763	SLE4_FR(min)	J[529]	Moment-y	17,608.35	-431.87	30.01	-89.46	-90.03	-2,127.12
763	SLE4_FR(min)	J[529]	Moment-z	18,614.95	-437.38	-2.04	2.47	6.12	-5,441.73
763	SLE1_QP(min)	J[529]	Axial	16,211.89	-0.07	-1.34	0.00	4.03	-7.80
763	SLE1_QP(min)	J[529]	Moment-y	16,074.12	-0.07	0.00	0.00	0.00	-7.80
763	SLE1_QP(min)	J[529]	Moment-z	16,211.89	-0.07	-1.34	0.00	4.03	-7.80
763	SLE2_QP(min)	J[529]	Axial	16,574.39	0.10	-1.34	0.00	4.02	-8.46

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



763	SLE2_QP(min)	J[529]	Moment-y	16,436.63	0.10	0.00	0.00	0.00	-8.45
763	SLE2_QP(min)	J[529]	Moment-z	16,574.39	0.10	-1.34	0.00	4.02	-8.46

Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t\text{trasv}} / W_{\text{trasv}}) + (M_{l\text{long}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali.

Casi	Tipo	Nmax	Mtrasv	Mlong	Ttrasv	Tlong	Npalo	Npalo min	Tpalo
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	SLU1(max)-Axial	-35,229	13,049	0	-1,947	0	-388	-264	18.0
2	SLU1(max)-Moment-y	-38,428	6,316	388	-1,947	-78	-388	-323	18.0
3	SLU1(max)-Moment-z	-35,229	13,049	0	-1,947	0	-388	-264	18.0
4	SLU2(max)-Axial	-35,882	13,047	0	-1,946	0	-394	-270	18.0
5	SLU2(max)-Moment-y	-39,080	6,317	388	-1,946	-78	-394	-329	18.0
6	SLU2(max)-Moment-z	-35,882	13,047	0	-1,946	0	-394	-270	18.0
7	SLU3(max)-Axial	-35,231	13,885	0	1,946	0	-392	-260	18.0
8	SLU3(max)-Moment-y	-38,429	25,465	388	1,946	-78	-479	-233	18.0
9	SLU3(max)-Moment-z	-35,231	13,885	0	1,946	0	-392	-260	18.0
10	SLU4(max)-Axial	-35,883	13,887	0	1,947	0	-398	-266	18.0
11	SLU4(max)-Moment-y	-39,081	25,466	388	1,947	-78	-485	-239	18.0
12	SLU4(max)-Moment-z	-35,883	13,887	0	1,947	0	-398	-266	18.0
13	SLU5(max)-Axial	-27,443	13,188	0	-1,947	0	-317	-191	18.0
14	SLU5(max)-Moment-y	-30,613	6,177	386	-1,947	-77	-315	-252	18.0
15	SLU5(max)-Moment-z	-27,443	13,188	0	-1,947	0	-317	-191	18.0
16	SLU6(max)-Axial	-28,095	13,186	0	-1,946	0	-323	-198	18.0
17	SLU6(max)-Moment-y	-31,266	6,178	386	-1,946	-77	-321	-258	18.0
18	SLU6(max)-Moment-z	-28,095	13,186	0	-1,946	0	-323	-198	18.0
19	SLU7(max)-Axial	-27,444	13,747	0	1,946	0	-319	-189	18.0
20	SLU7(max)-Moment-y	-30,615	25,326	386	1,946	-77	-406	-161	18.0
21	SLU7(max)-Moment-z	-27,444	13,747	0	1,946	0	-319	-189	18.0
22	SLU8(max)-Axial	-28,096	13,748	0	1,947	0	-325	-195	18.0
23	SLU8(max)-Moment-y	-31,267	25,328	386	1,947	-77	-412	-167	18.0
24	SLU8(max)-Moment-z	-28,096	13,748	0	1,947	0	-325	-195	18.0
25	SLU9(max)-Axial	-35,230	419	1,903	0	-381	-340	-312	3.5
26	SLU9(max)-Moment-y	-39,586	8,873	2,428	0	-486	-424	-309	4.5
27	SLU9(max)-Moment-z	-37,450	5,708	1,905	2	-381	-386	-308	3.5
28	SLU10(max)-Axial	-35,883	420	1,903	0	-381	-346	-319	3.5
29	SLU10(max)-Moment-y	-40,238	8,875	2,428	1	-486	-430	-315	4.5

30	SLU10(max)-Moment-z	-38,102	5,708	1,905	2	-381	-392	-314	3.5
31	SLU11(max)-Axial	-27,443	280	1,903	0	-381	-267	-241	3.5
32	SLU11(max)-Moment-y	-31,772	8,734	2,427	0	-485	-351	-238	4.5
33	SLU11(max)-Moment-z	-29,663	5,847	1,905	2	-381	-314	-235	3.5
34	SLU12(max)-Axial	-28,096	281	1,903	0	-381	-273	-247	3.5
35	SLU12(max)-Moment-y	-32,424	8,736	2,427	1	-485	-357	-244	4.5
36	SLU12(max)-Moment-z	-30,315	5,847	1,905	2	-381	-320	-241	3.5
37	SLU13(max)-Axial	-35,014	419	0	0	0	-326	-322	0.0
38	SLU13(max)-Moment-y	-39,370	8,872	525	0	-105	-410	-319	1.0
39	SLU13(max)-Moment-z	-37,234	5,708	1	2	0	-372	-318	0.0
40	SLU14(max)-Axial	-36,102	421	0	0	0	-336	-332	0.0
41	SLU14(max)-Moment-y	-40,458	8,875	525	1	-105	-420	-329	1.0
42	SLU14(max)-Moment-z	-38,321	5,707	1	2	0	-382	-328	0.0
43	SLU15(max)-Axial	-27,227	280	0	0	0	-253	-251	0.0
44	SLU15(max)-Moment-y	-31,556	8,733	524	0	-105	-337	-247	1.0
45	SLU15(max)-Moment-z	-29,447	5,847	1	2	0	-300	-245	0.0
46	SLU16(max)-Axial	-28,315	282	0	0	0	-264	-261	0.0
47	SLU16(max)-Moment-y	-32,643	8,736	524	1	-105	-347	-258	1.0
48	SLU16(max)-Moment-z	-30,535	5,846	1	2	0	-310	-255	0.0
49	SLU17(max)-Axial	-35,553	22,026	0	-3,244	0	-434	-225	30.0
50	SLU17(max)-Moment-y	-35,718	22,026	8	-3,244	-2	-435	-226	30.0
51	SLU17(max)-Moment-z	-35,553	22,026	0	-3,244	0	-434	-225	30.0
52	SLU18(max)-Axial	-27,766	22,165	0	-3,244	0	-362	-152	30.0
53	SLU18(max)-Moment-y	-27,904	22,165	7	-3,244	-1	-364	-153	30.0
54	SLU18(max)-Moment-z	-27,766	22,165	0	-3,244	0	-362	-152	30.0
55	SISMA1(max)-Axial	-27,437	4,434	7,268	508	1,454	-320	-188	14.3
56	SISMA1(max)-Moment-y	-27,574	4,434	7,269	508	1,452	-321	-189	14.2
57	SISMA1(max)-Moment-z	-27,437	4,434	7,268	508	1,454	-320	-188	14.3
58	SISMA2(max)-Axial	-27,436	15,386	2,180	1,692	436	-341	-168	16.2
59	SISMA2(max)-Moment-y	-27,573	15,386	2,182	1,692	435	-342	-169	16.2
60	SISMA2(max)-Moment-z	-27,436	15,386	2,180	1,692	436	-341	-168	16.2
61	SISMA3(max)-Axial	-26,666	4,483	2,180	508	436	-282	-212	6.2
62	SISMA3(max)-Moment-y	-26,804	4,483	2,182	508	435	-283	-213	6.2
63	SISMA3(max)-Moment-z	-26,666	4,483	2,180	508	436	-282	-212	6.2
64	SISMA4(max)-Axial	-27,437	4,434	7,268	508	-1,454	-320	-188	14.3
65	SISMA4(max)-Moment-y	-27,574	4,434	7,267	508	-1,455	-321	-189	14.3
66	SISMA4(max)-Moment-z	-27,437	4,434	7,268	508	-1,454	-320	-188	14.3
67	SISMA5(max)-Axial	-27,438	15,905	2,180	-1,692	436	-343	-165	16.2
68	SISMA5(max)-Moment-y	-27,576	15,905	2,182	-1,692	435	-344	-166	16.2
69	SISMA5(max)-Moment-z	-27,438	15,905	2,180	-1,692	436	-343	-165	16.2
70	SISMA6(max)-Axial	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2
71	SISMA6(max)-Moment-y	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
72	SISMA6(max)-Moment-z	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



73	SISMA7(max)-Axial	-27,437	4,953	7,268	-507	1,454	-322	-186	14.3
74	SISMA7(max)-Moment-y	-27,575	4,953	7,269	-507	1,452	-324	-187	14.2
75	SISMA7(max)-Moment-z	-27,437	4,953	7,268	-507	1,454	-322	-186	14.3
76	SISMA8(max)-Axial	-27,436	15,386	2,180	1,692	-436	-341	-168	16.2
77	SISMA8(max)-Moment-y	-27,573	15,386	2,179	1,692	-437	-342	-169	16.2
78	SISMA8(max)-Moment-z	-27,436	15,386	2,180	1,692	-436	-341	-168	16.2
79	SISMA9(max)-Axial	-26,666	4,483	2,180	508	-436	-282	-212	6.2
80	SISMA9(max)-Moment-y	-26,804	4,483	2,179	508	-437	-283	-213	6.2
81	SISMA9(max)-Moment-z	-26,666	4,483	2,180	508	-436	-282	-212	6.2
82	SISMA10(max)-Axial	-28,097	4,393	7,268	507	1,454	-326	-194	14.3
83	SISMA10(max)-Moment-y	-28,234	4,393	7,269	507	1,452	-327	-196	14.2
84	SISMA10(max)-Moment-z	-28,097	4,393	7,268	507	1,454	-326	-194	14.3
85	SISMA11(max)-Axial	-28,096	15,345	2,180	1,692	436	-346	-174	16.2
86	SISMA11(max)-Moment-y	-28,234	15,345	2,182	1,692	435	-348	-175	16.2
87	SISMA11(max)-Moment-z	-28,096	15,345	2,180	1,692	436	-346	-174	16.2
88	SISMA12(max)-Axial	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2
89	SISMA12(max)-Moment-y	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
90	SISMA12(max)-Moment-z	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2
91	SISMA13(max)-Axial	-28,098	4,995	7,268	-508	-1,454	-329	-192	14.3
92	SISMA13(max)-Moment-y	-28,235	4,995	7,267	-508	-1,455	-330	-193	14.3
93	SISMA13(max)-Moment-z	-28,098	4,995	7,268	-508	-1,454	-329	-192	14.3
94	SISMA14(max)-Axial	-28,098	15,947	2,180	-1,692	-436	-349	-171	16.2
95	SISMA14(max)-Moment-y	-28,236	15,947	2,179	-1,692	-437	-351	-172	16.2
96	SISMA14(max)-Moment-z	-28,098	15,947	2,180	-1,692	-436	-349	-171	16.2
97	SISMA15(max)-Axial	-28,868	5,043	2,180	-508	-436	-305	-230	6.2
98	SISMA15(max)-Moment-y	-29,005	5,043	2,179	-508	-437	-306	-231	6.2
99	SISMA15(max)-Moment-z	-28,868	5,043	2,180	-508	-436	-305	-230	6.2
100	SISMA16(max)-Axial	-28,098	4,995	7,268	-508	1,454	-329	-192	14.3
101	SISMA16(max)-Moment-y	-28,235	4,995	7,269	-508	1,452	-330	-193	14.2
102	SISMA16(max)-Moment-z	-28,098	4,995	7,268	-508	1,454	-329	-192	14.3
103	SISMA17(max)-Axial	-28,098	15,947	2,180	-1,692	436	-349	-171	16.2
104	SISMA17(max)-Moment-y	-28,236	15,947	2,182	-1,692	435	-351	-172	16.2
105	SISMA17(max)-Moment-z	-28,098	15,947	2,180	-1,692	436	-349	-171	16.2
106	SISMA18(max)-Axial	-28,868	5,043	2,180	-508	436	-305	-230	6.2
107	SISMA18(max)-Moment-y	-29,005	5,043	2,182	-508	435	-306	-231	6.2
108	SISMA18(max)-Moment-z	-28,868	5,043	2,180	-508	436	-305	-230	6.2
109	SLE1_CAR(max)-Axial	-27,551	8,699	0	-1,298	0	-296	-214	12.0
110	SLE1_CAR(max)-Moment-y	-30,793	2,753	390	-1,297	-78	-301	-270	12.0
111	SLE1_CAR(max)-Moment-z	-29,195	13,232	1	-1,296	0	-333	-207	12.0
112	SLE2_CAR(max)-Axial	-27,986	8,697	0	-1,298	0	-300	-218	12.0
113	SLE2_CAR(max)-Moment-y	-31,228	2,754	390	-1,297	-78	-305	-274	12.0
114	SLE2_CAR(max)-Moment-z	-29,630	13,231	1	-1,296	0	-337	-212	12.0

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	z								
115	SLE3_CAR(max)-Axial	-27,552	9,258	0	1,298	0	-299	-211	12.0
116	SLE3_CAR(max)-Moment-y	-30,794	15,521	390	1,298	-78	-361	-209	12.0
117	SLE3_CAR(max)-Moment-z	-29,196	4,724	1	1,299	0	-293	-248	12.0
118	SLE4_CAR(max)-Axial	-27,987	9,259	0	1,298	0	-303	-215	12.0
119	SLE4_CAR(max)-Moment-y	-31,229	15,522	390	1,298	-78	-365	-213	12.0
120	SLE4_CAR(max)-Moment-z	-29,631	4,726	1	1,299	0	-297	-252	12.0
121	SLE1_FR(max)-Axial	-23,245	2,985	0	-433	0	-229	-201	4.0
122	SLE1_FR(max)-Moment-y	-24,909	2,002	205	-432	-41	-241	-220	4.0
123	SLE1_FR(max)-Moment-z	-23,973	4,889	1	-432	0	-245	-199	4.0
124	SLE2_FR(max)-Axial	-23,245	2,985	0	-433	0	-229	-201	4.0
125	SLE2_FR(max)-Moment-y	-24,518	2,991	157	-432	-31	-242	-212	4.0
126	SLE2_FR(max)-Moment-z	-23,245	2,985	0	-433	0	-229	-201	4.0
127	SLE3_FR(max)-Axial	-23,680	2,984	0	-432	0	-233	-205	4.0
128	SLE3_FR(max)-Moment-y	-25,344	2,003	205	-432	-41	-245	-224	4.0
129	SLE3_FR(max)-Moment-z	-24,408	4,888	1	-432	0	-249	-203	4.0
130	SLE4_FR(max)-Axial	-23,680	2,984	0	-432	0	-233	-205	4.0
131	SLE4_FR(max)-Moment-y	-24,953	2,991	157	-432	-31	-246	-216	4.0
132	SLE4_FR(max)-Moment-z	-23,680	2,984	0	-432	0	-233	-205	4.0
133	SLE1_QP(max)-Axial	-23,281	8	0	0	0	-216	-216	0.0
134	SLE1_QP(max)-Moment-y	-23,419	8	7	0	-1	-217	-217	0.0
135	SLE1_QP(max)-Moment-z	-23,281	8	0	0	0	-216	-216	0.0
136	SLE2_QP(max)-Axial	-23,644	9	0	0	0	-219	-219	0.0
137	SLE2_QP(max)-Moment-y	-23,782	9	7	0	-1	-220	-220	0.0
138	SLE2_QP(max)-Moment-z	-23,644	9	0	0	0	-219	-219	0.0
139	SLU1(min)-Axial	-40,981	16,239	14	-1,957	-3	-457	-302	18.1
140	SLU1(min)-Moment-y	-38,262	6,316	380	-1,947	76	-387	-322	18.0
141	SLU1(min)-Moment-z	-40,981	16,239	14	-1,957	-3	-457	-302	18.1
142	SLU2(min)-Axial	-41,633	16,240	14	-1,957	-3	-463	-308	18.1
143	SLU2(min)-Moment-y	-38,915	6,317	380	-1,946	76	-393	-328	18.0
144	SLU2(min)-Moment-z	-41,633	16,240	14	-1,957	-3	-463	-308	18.1
145	SLU3(min)-Axial	-40,982	35,345	14	1,936	-3	-547	-212	17.9
146	SLU3(min)-Moment-y	-38,264	25,464	380	1,946	76	-478	-231	18.0
147	SLU3(min)-Moment-z	-40,982	35,345	14	1,936	-3	-547	-212	17.9
148	SLU4(min)-Axial	-41,635	35,346	14	1,936	-3	-553	-218	17.9
149	SLU4(min)-Moment-y	-38,916	25,466	380	1,947	76	-484	-237	18.0
150	SLU4(min)-Moment-z	-41,635	35,346	14	1,936	-3	-553	-218	17.9
151	SLU5(min)-Axial	-33,166	16,101	13	-1,957	-3	-384	-231	18.1
152	SLU5(min)-Moment-y	-30,476	6,177	380	-1,947	76	-314	-251	18.0
153	SLU5(min)-Moment-z	-33,166	16,101	13	-1,957	-3	-384	-231	18.1
154	SLU6(min)-Axial	-33,819	16,101	13	-1,957	-3	-390	-237	18.1
155	SLU6(min)-Moment-y	-31,128	6,178	380	-1,946	76	-320	-257	18.0

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



156	SLU6(min)-Moment-z	-33,819	16,101	13	-1,957	-3	-390	-237	18.1
157	SLU7(min)-Axial	-33,168	35,206	13	1,936	-3	-474	-140	17.9
158	SLU7(min)-Moment-y	-30,477	25,326	380	1,946	76	-405	-160	18.0
159	SLU7(min)-Moment-z	-33,168	35,206	13	1,936	-3	-474	-140	17.9
160	SLU8(min)-Axial	-33,820	35,208	13	1,936	-3	-480	-146	17.9
161	SLU8(min)-Moment-y	-31,129	25,327	380	1,947	76	-411	-166	18.0
162	SLU8(min)-Moment-z	-33,820	35,208	13	1,936	-3	-480	-146	17.9
163	SLU9(min)-Axial	-43,201	15,794	1,919	-9	-384	-487	-313	3.6
164	SLU9(min)-Moment-y	-39,421	8,873	1,386	0	-277	-416	-314	2.6
165	SLU9(min)-Moment-z	-40,981	21,921	1,918	-11	-384	-495	-264	3.6
166	SLU10(min)-Axial	-43,854	15,794	1,919	-9	-384	-493	-319	3.6
167	SLU10(min)-Moment-y	-40,073	8,874	1,386	1	-277	-422	-320	2.6
168	SLU10(min)-Moment-z	-41,634	21,921	1,918	-11	-384	-501	-270	3.6
169	SLU11(min)-Axial	-35,387	15,655	1,918	-9	-384	-414	-241	3.6
170	SLU11(min)-Moment-y	-31,634	8,734	1,386	0	-277	-343	-243	2.6
171	SLU11(min)-Moment-z	-33,167	21,782	1,916	-11	-383	-422	-192	3.6
172	SLU12(min)-Axial	-36,039	15,655	1,918	-9	-384	-420	-248	3.6
173	SLU12(min)-Moment-y	-32,286	8,736	1,386	1	-277	-349	-249	2.6
174	SLU12(min)-Moment-z	-33,820	21,782	1,916	-11	-383	-428	-198	3.6
175	SLU13(min)-Axial	-42,985	15,793	16	-9	-3	-473	-323	0.1
176	SLU13(min)-Moment-y	-39,205	8,872	517	0	103	-408	-318	1.0
177	SLU13(min)-Moment-z	-40,766	21,921	14	-11	-3	-482	-273	0.1
178	SLU14(min)-Axial	-44,073	15,794	16	-9	-3	-483	-333	0.1
179	SLU14(min)-Moment-y	-40,292	8,875	517	1	103	-418	-328	1.0
180	SLU14(min)-Moment-z	-41,853	21,922	14	-10	-3	-492	-283	0.1
181	SLU15(min)-Axial	-35,171	15,654	14	-9	-3	-400	-251	0.1
182	SLU15(min)-Moment-y	-31,418	8,733	517	0	103	-336	-246	1.0
183	SLU15(min)-Moment-z	-32,951	21,782	13	-11	-3	-409	-202	0.1
184	SLU16(min)-Axial	-36,258	15,655	14	-9	-3	-410	-261	0.1
185	SLU16(min)-Moment-y	-32,506	8,736	517	1	103	-346	-256	1.0
186	SLU16(min)-Moment-z	-34,039	21,783	13	-10	-3	-419	-212	0.1
187	SLU17(min)-Axial	-35,718	22,026	8	-3,244	-2	-435	-226	30.0
188	SLU17(min)-Moment-y	-35,553	22,026	0	-3,244	0	-434	-225	30.0
189	SLU17(min)-Moment-z	-35,718	22,026	8	-3,244	-2	-435	-226	30.0
190	SLU18(min)-Axial	-27,904	22,165	7	-3,244	-1	-364	-153	30.0
191	SLU18(min)-Moment-y	-27,766	22,165	0	-3,244	0	-362	-152	30.0
192	SLU18(min)-Moment-z	-27,904	22,165	7	-3,244	-1	-364	-153	30.0
193	SISMA1(min)-Axial	-27,574	4,434	7,269	508	1,452	-321	-189	14.2
194	SISMA1(min)-Moment-y	-27,437	4,434	7,268	508	1,454	-320	-188	14.3
195	SISMA1(min)-Moment-z	-27,574	4,434	7,269	508	1,452	-321	-189	14.2
196	SISMA2(min)-Axial	-27,573	15,386	2,182	1,692	435	-342	-169	16.2
197	SISMA2(min)-Moment-y	-27,436	15,386	2,180	1,692	436	-341	-168	16.2
198	SISMA2(min)-Moment-z	-27,573	15,386	2,182	1,692	435	-342	-169	16.2

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



199	SISMA3(min)-Axial	-26,804	4,483	2,182	508	435	-283	-213	6.2
200	SISMA3(min)-Moment-y	-26,666	4,483	2,180	508	436	-282	-212	6.2
201	SISMA3(min)-Moment-z	-26,804	4,483	2,182	508	435	-283	-213	6.2
202	SISMA4(min)-Axial	-27,574	4,434	7,267	508	-1,455	-321	-189	14.3
203	SISMA4(min)-Moment-y	-27,437	4,434	7,268	508	-1,454	-320	-188	14.3
204	SISMA4(min)-Moment-z	-27,574	4,434	7,267	508	-1,455	-321	-189	14.3
205	SISMA5(min)-Axial	-27,576	15,905	2,182	-1,692	435	-344	-166	16.2
206	SISMA5(min)-Moment-y	-27,438	15,905	2,180	-1,692	436	-343	-165	16.2
207	SISMA5(min)-Moment-z	-27,576	15,905	2,182	-1,692	435	-344	-166	16.2
208	SISMA6(min)-Axial	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
209	SISMA6(min)-Moment-y	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2
210	SISMA6(min)-Moment-z	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
211	SISMA7(min)-Axial	-27,575	4,953	7,269	-507	1,452	-324	-187	14.2
212	SISMA7(min)-Moment-y	-27,437	4,953	7,268	-507	1,454	-322	-186	14.3
213	SISMA7(min)-Moment-z	-27,575	4,953	7,269	-507	1,452	-324	-187	14.2
214	SISMA8(min)-Axial	-27,573	15,386	2,179	1,692	-437	-342	-169	16.2
215	SISMA8(min)-Moment-y	-27,436	15,386	2,180	1,692	-436	-341	-168	16.2
216	SISMA8(min)-Moment-z	-27,573	15,386	2,179	1,692	-437	-342	-169	16.2
217	SISMA9(min)-Axial	-26,804	4,483	2,179	508	-437	-283	-213	6.2
218	SISMA9(min)-Moment-y	-26,666	4,483	2,180	508	-436	-282	-212	6.2
219	SISMA9(min)-Moment-z	-26,804	4,483	2,179	508	-437	-283	-213	6.2
220	SISMA10(min)-Axial	-28,234	4,393	7,269	507	1,452	-327	-196	14.2
221	SISMA10(min)-Moment-y	-28,097	4,393	7,268	507	1,454	-326	-194	14.3
222	SISMA10(min)-Moment-z	-28,234	4,393	7,269	507	1,452	-327	-196	14.2
223	SISMA11(min)-Axial	-28,234	15,345	2,182	1,692	435	-348	-175	16.2
224	SISMA11(min)-Moment-y	-28,096	15,345	2,180	1,692	436	-346	-174	16.2
225	SISMA11(min)-Moment-z	-28,234	15,345	2,182	1,692	435	-348	-175	16.2
226	SISMA12(min)-Axial	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
227	SISMA12(min)-Moment-y	-28,867	4,344	2,180	507	436	-301	-233	6.2
228	SISMA12(min)-Moment-z	-29,005	4,344	2,182	507	435	-303	-234	6.2
229	SISMA13(min)-Axial	-28,235	4,995	7,267	-508	-1,455	-330	-193	14.3
230	SISMA13(min)-Moment-y	-28,098	4,995	7,268	-508	-1,454	-329	-192	14.3
231	SISMA13(min)-Moment-z	-28,235	4,995	7,267	-508	-1,455	-330	-193	14.3
232	SISMA14(min)-Axial	-28,236	15,947	2,179	-1,692	-437	-351	-172	16.2
233	SISMA14(min)-Moment-y	-28,098	15,947	2,180	-1,692	-436	-349	-171	16.2
234	SISMA14(min)-Moment-z	-28,236	15,947	2,179	-1,692	-437	-351	-172	16.2
235	SISMA15(min)-Axial	-29,005	5,043	2,179	-508	-437	-306	-231	6.2
236	SISMA15(min)-Moment-y	-28,868	5,043	2,180	-508	-436	-305	-230	6.2
237	SISMA15(min)-Moment-z	-29,005	5,043	2,179	-508	-437	-306	-231	6.2
238	SISMA16(min)-Axial	-28,235	4,995	7,269	-508	1,452	-330	-193	14.2
239	SISMA16(min)-Moment-y	-28,098	4,995	7,268	-508	1,454	-329	-192	14.3
240	SISMA16(min)-Moment-z	-28,235	4,995	7,269	-508	1,452	-330	-193	14.2
241	SISMA17(min)-Axial	-28,236	15,947	2,182	-1,692	435	-351	-172	16.2

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



242	SISMA17(min)-Moment-y	-28,098	15,947	2,180	-1,692	436	-349	-171	16.2
243	SISMA17(min)-Moment-z	-28,236	15,947	2,182	-1,692	435	-351	-172	16.2
244	SISMA18(min)-Axial	-29,005	5,043	2,182	-508	435	-306	-231	6.2
245	SISMA18(min)-Moment-y	-28,868	5,043	2,180	-508	436	-305	-230	6.2
246	SISMA18(min)-Moment-z	-29,005	5,043	2,182	-508	435	-306	-231	6.2
247	SLE1_CAR(min)-Axial	-33,471	7,881	12	-1,304	-2	-347	-272	12.1
248	SLE1_CAR(min)-Moment-y	-30,655	2,753	383	-1,297	77	-299	-268	12.0
249	SLE1_CAR(min)-Moment-z	-31,826	12,420	11	-1,306	-2	-354	-236	12.1
250	SLE2_CAR(min)-Axial	-33,906	7,882	12	-1,304	-2	-351	-276	12.1
251	SLE2_CAR(min)-Moment-y	-31,090	2,754	383	-1,297	77	-303	-272	12.0
252	SLE2_CAR(min)-Moment-z	-32,261	12,420	11	-1,305	-2	-358	-240	12.1
253	SLE3_CAR(min)-Axial	-33,471	20,620	12	1,291	-2	-408	-212	12.0
254	SLE3_CAR(min)-Moment-y	-30,656	15,520	383	1,298	77	-360	-208	12.0
255	SLE3_CAR(min)-Moment-z	-31,827	25,154	11	1,290	-2	-414	-175	11.9
256	SLE4_CAR(min)-Axial	-33,906	20,621	12	1,291	-2	-412	-216	12.0
257	SLE4_CAR(min)-Moment-y	-31,091	15,522	383	1,298	77	-364	-212	12.0
258	SLE4_CAR(min)-Moment-z	-32,262	25,155	11	1,290	-2	-418	-179	11.9
259	SLE1_FR(min)-Axial	-26,115	4,410	11	-437	-2	-263	-221	4.0
260	SLE1_FR(min)-Moment-y	-24,771	2,002	198	-432	40	-240	-219	4.0
261	SLE1_FR(min)-Moment-z	-25,387	6,316	10	-438	-2	-265	-205	4.1
262	SLE2_FR(min)-Axial	-25,387	6,316	10	-438	-2	-265	-205	4.1
263	SLE2_FR(min)-Moment-y	-24,381	2,990	150	-432	30	-241	-211	4.0
264	SLE2_FR(min)-Moment-z	-25,387	6,316	10	-438	-2	-265	-205	4.1
265	SLE3_FR(min)-Axial	-26,550	4,410	11	-437	-2	-267	-225	4.0
266	SLE3_FR(min)-Moment-y	-25,206	2,003	198	-432	40	-244	-223	4.0
267	SLE3_FR(min)-Moment-z	-25,822	6,316	10	-437	-2	-269	-209	4.0
268	SLE4_FR(min)-Axial	-25,822	6,316	10	-437	-2	-269	-209	4.0
269	SLE4_FR(min)-Moment-y	-24,816	2,991	150	-432	30	-245	-215	4.0
270	SLE4_FR(min)-Moment-z	-25,822	6,316	10	-437	-2	-269	-209	4.0
271	SLE1_QP(min)-Axial	-23,419	8	7	0	-1	-217	-217	0.0
272	SLE1_QP(min)-Moment-y	-23,281	8	0	0	0	-216	-216	0.0
273	SLE1_QP(min)-Moment-z	-23,419	8	7	0	-1	-217	-217	0.0
274	SLE2_QP(min)-Axial	-23,782	9	7	0	-1	-220	-220	0.0
275	SLE2_QP(min)-Moment-y	-23,644	9	0	0	0	-219	-219	0.0
276	SLE2_QP(min)-Moment-z	-23,782	9	7	0	-1	-220	-220	0.0

Azioni massime sui pali (kN)

<i>Nmax SLU</i>	-485	<i>TmaxSLU</i>	30.0
<i>Nmin SLU</i>	-553	<i>TminSLU</i>	30.0

<i>Nmax sisma</i>	-351	<i>Tmax sisma</i>	16.2
<i>Nmin sisma</i>	-351	<i>Tmin sisma</i>	13.9

Per la verifica dei micropali si rimanda alla relazione di calcolo delle fondazioni.

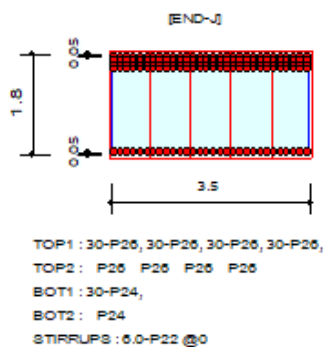
20.1. PULVINO

L'armatura prevista per il pulvino è costituita da 4 strati di ferri Ø26 con staffe a sei braccia Ø22.

1. Design Information

Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m
Material Data : $f_{ck} = 30000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa
Beam Span : 1.5 m
Section Property : pulv_350x180 (No : 50)

2. Section Diagram



3. Bending Moment Capacity

	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	34789.20
(-) Load Combination No.	1-
Factored Strength (M _{Rd})	35337.34
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.9845
Positive Moment (M _{Ed})	0.00
(+) Load Combination No.	1+
Factored Strength (M _{Rd})	9043.49
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0637
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0136

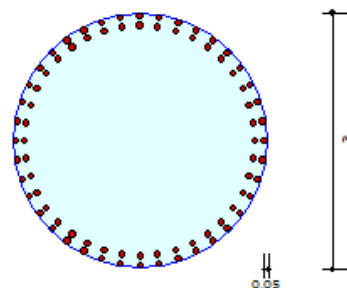
4. Shear Capacity

	END-J
Load Combination No.	1-
Factored Shear Force (V _{Ed})	10479.24
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	2980.18
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	13088.19
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000
Using Stirrups Spacing	6.0-P22 @0
Check Ratio	0.8007

20.2. FUSTO PILA

1. Design Condition

Design Code	Eurocode2-2:05		
Unit System	kN, m		
Member Number	763 (PM), 763 (Shear)		
Material Data	f _{ck} = 30000, f _{yk} = 450000, f _{yw} = 450000 KPa		
Column Height	3 m		
Section Property	pila (No : 60)		
Rebar Pattern		Pos 1	Pos 2
Layer 1	40-P30,20	--	--
Layer 2	40-P20,20	--	--
Total Rebar Area Ast = 0.03298 m ² (R _{hst} = 0.0047)			



2. Applied Loads

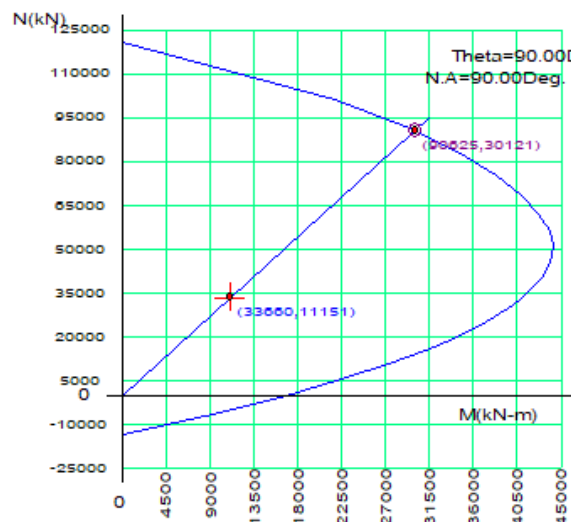
Load Combination 1- AT (I) Point

N_{Ed} = 33659.9 kN, M_{Edy} = 0.00000, M_{Edz} = -1.1e+04, M_{Ed} = 11151.2 kN-m

3. Axial Forces and Moments Resistance Check

Concentric Max. Axial Load	N _{Rdmax}	= 1.2e+05 kN	
Axial Load Ratio	N _{Ed} /N _{Rd}	= 33659.9 / 90625.0	= 0.371 < 1.000 O.K
Moment Ratio	M _{Edy} /M _{Rdy}	= 0.00000 / 0.00000	= 0.000 < 1.000 O.K
	M _{Edz} /M _{Rdz}	= -1.1e+04 / 30121.5	= 0.370 < 1.000 O.K
	M _{Ed} /M _{Rd}	= 11151.2 / 30121.5	= 0.370 < 1.000 O.K

4. P-M Interaction Diagram



N _{Rd} (kN)	M _{Rd} (kN-m)
120549.95	0.00
92185.28	29027.10
75741.02	38376.48
62150.19	42819.49
51750.10	44289.39
44225.58	43791.90
38316.61	42561.45
32926.01	40799.44
27120.90	38232.57
19986.42	34124.61
10966.27	27336.44
-323.79	16227.03
-12905.22	0.00

5. Shear Force Resistance Check

Applied Shear Resistance	V _{Ed}	= 1896.46 kN (Load Combination 1-)
Shear Strength by Conc	V _{Rdc}	= 4691.25 kN
Shear Resistance by Rebar	V _{Rds}	= 2764.78 kN (2.0-P16 @0)
Shear Ratio	V _{Ed} /V _{Rd}	= 1896.46 / 4691.25 = 0.404 < 1.000 O.K

21. ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018)

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



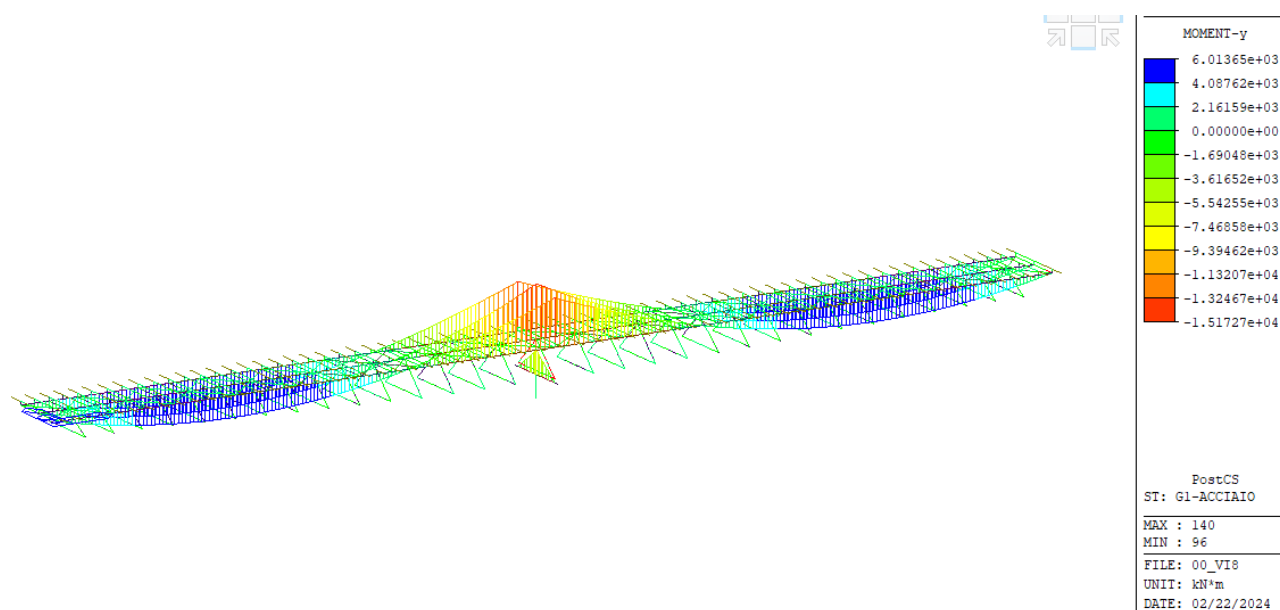
cooprogetti



Verifica dei risultati

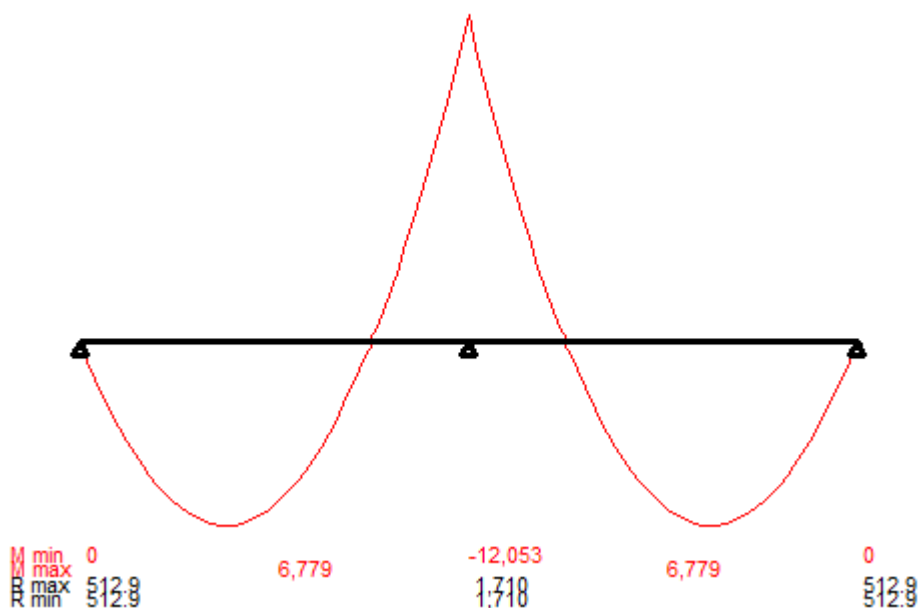
Nel corso della progettazione sono state effettuate continue validazioni dei valori delle sollecitazioni, nei diversi elementi strutturali, emersi dal calcolo e delle verifiche condotte dal post processore del programma MIDAS GEN 2020 ver.3.2: tali calcolazioni di controllo sono state condotte con metodi consolidati della scienza delle costruzioni o con l'ausilio di altri software o fogli di calcolo.

E' possibile fare un confronto con le sollecitazioni indotte da un carico permanente, considerando infatti la condizione di carico della struttura metallica ad esempio si ha il seguente diagramma di sollecitazioni.



Considerando in modo semplificato (programma "trave continua" P.Gelfi) uno schema a trave continua con la medesima sezione si ha, a parità di carico pari a 19.4 kNm:

File : -
Scala momenti 1:200 - Sollecitazioni SLE - Rara



La distribuzione dei momenti flettenti è congruente ma di entità inferiore a momento negativo e superiore a momento positivo in virtù della maggiore rigidezza della struttura in corrispondenza della sezione di appoggio derivante dalla maggiore altezza e inerzia delle sezioni in corrispondenza della pila.

Giudizio motivato di accettabilità

Dalle verifiche effettuate e sopra descritte appare evidente l'accettabilità dei risultati ottenuti. l'ausilio del software.