

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	PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GP INGEENNERIA (Mandante) <i>GESTIONE PROGETTI INGEENNERIA srl</i>
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270	<i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2687 <i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone n. 750A	(Mandante) (Mandante) (Mandante)   
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Francesco Pisani</i>	<i>Ing. Giuseppe Festa</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629	IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i>
VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i>		(Stampa di GIORGIO GUIDUCCI) Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035

OPERE D'ARTE MAGGIORI
Asse principale
VI.04 – Viadotto Giostra
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO DPFI508	P01VI04STRRE01_B		
LIV.PROG ANNO D 23	CODICE ELAB. P01VI04STRRE01	B	-
D			
C			
B	Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024	Gennaio '24	Cassarini Bordugo Guiducci
A	Emissione	Agosto '23	Cassarini Bordugo Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA.....	4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	5
3. CARATTERISTICHE MATERIALI.....	6
3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO.....	6
3.1. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE.....	8
3.2. ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE.....	9
3.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA.....	9
3.4. ACCIAIO E COPPIA DI SERRAGGIO DEI BULLONI.....	9
3.5. PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON".....	10
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.....	11
6. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....	13
6.1. PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE (G1).....	14
6.2. PESO PROPRIO FINITURE E PAVIMENTAZIONE (G2).....	14
6.3. EFFETTI DI RITIRO E VISCOSITÀ DEI CALCESTRUZZI (E2).....	15
6.4. EFFETTI DELLE VARIAZIONI TERMICHE (E3).....	17
6.4.1. <i>Variazioni termiche uniformi ΔT_N</i>	17
6.4.2. <i>Variazioni termiche differenziali ΔT_M</i>	18
6.5. EFFETTI DOVUTI ALLA VISCOSITÀ (E4).....	18
6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5).....	21
6.7. CARICHI MOBILI (Q1).....	21
6.7.1. <i>Schema di carico</i>	21
6.7.2. <i>Disposizione delle corsie di carico</i>	22
6.8. CARICO DA TRAFFICO PER VERIFICHE A FATICA.....	24
6.8.1. <i>Metodi di verifica</i>	25
6.8.2. <i>Verifica dei dettagli di fatica</i>	26
6.9. AZIONE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE (Q3).....	26
6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4).....	26
6.11. AZIONE VENTO (Q5).....	26

6.11.1.	Velocità di riferimento.....	26
6.11.2.	Pressione del vento.....	27
6.11.3.	Coefficiente di esposizione.....	27
6.11.4.	Azione da vento.....	30
6.12.	AZIONE SISMICA (Q6).....	32
7.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	41
7.1.	COMBINAZIONI PER GLI SLU.....	41
7.2.	COMBINAZIONI PER GLI SLE.....	43
8.	CODICE DI CALCOLO.....	43
9.	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	44
10.	FASI DI COSTRUZIONE.....	45
11.	SEZIONI MEMBRATURE IMPALCATO.....	48
12.	STATO DI SOLLECITAZIONE.....	60
12.1.	TRAVI D'IMPALCATO.....	60
13.	ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA.....	67
14.	APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI.....	73
15.	STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO.....	74
16.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	75
16.1.	VERIFICA DI RESISTENZA.....	76
16.1.1.	Verifica a flessione.....	79
16.1.2.	Verifica a sforzo di taglio.....	85
16.1.3.	Verifica all'instabilità flessione torsionale.....	88
16.1.1.	Verifica connessione trave-soletta.....	91
16.2.	VERIFICHE ESTESE.....	99
16.2.1.	sezione di mezzzeria.....	99
16.2.1.	sezione di pila.....	119
17.	VERIFICHE A FATICA.....	128
17.1.	INTRODUZIONE.....	128
17.2.	MODELLO DI CARICO A FATICA.....	128
17.3.	COEFFICIENTI PARZIALI PER LA RESISTENZA A FATICA.....	129
17.4.	METODI DI VERIFICA.....	129
17.5.	VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA.....	130
18.	SOLETTA D'IMPALCATO.....	132
18.1.	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI.....	133

1.1.1	<i>Carichi permanenti.....</i>	135
1.1.2	<i>Condizione di carico a momento negativo sulla trave esterna.....</i>	136
1.1.3	<i>Condizione di carico a momento positivo.....</i>	139
1.1.4	<i>Condizione di massimo carico in corrispondenza della longherina.....</i>	141
18.1.1.	<i>Condizione di veicolo in svio.....</i>	143
19.	<u>TRAVERSI.....</u>	145
19.1.	TRAVERSO CORRENTE.....	145
19.2.	TRAVERSI IN PILA.....	151
19.3.	TRAVERSO DI SPALLA.....	153
20.	<u>SPALLA.....</u>	155
20.1.	SPINTE DEL TERRENO.....	158
20.2.	COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE.....	165
20.3.	VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	171
20.4.	VERIFICA DEL MURO FRONTALE.....	172
20.5.	VERIFICA DEL PARAGHIAIA.....	175
20.6.	VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO.....	178
21.	<u>PILA183</u>	
21.1.	PULVINO.....	200
21.1.	FUSTO PILA.....	202
22.	<u>Giudizio motivato di accettabilità.....</u>	203

1. PREMESSA

La presente relazione contiene il progetto del nuovo viadotto VI4 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 34+48+34 per complessivi 117m comprensivi di 0.5m di retrotrave con una andamento planimetrico rettilineo.

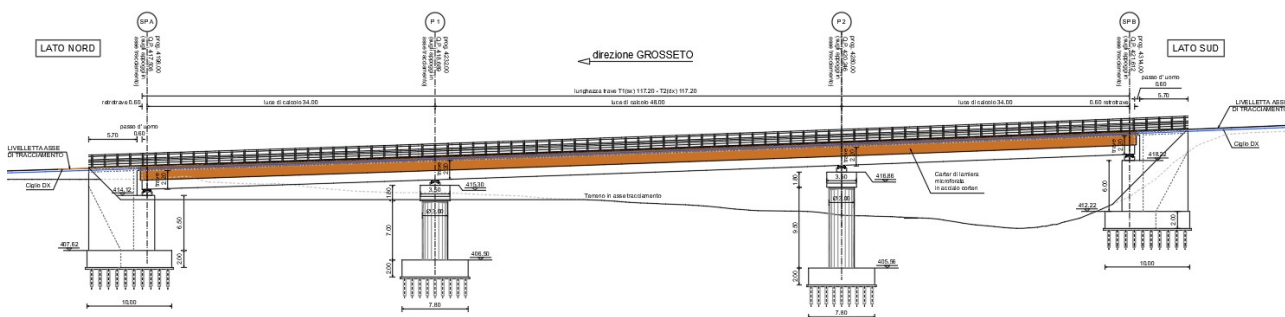
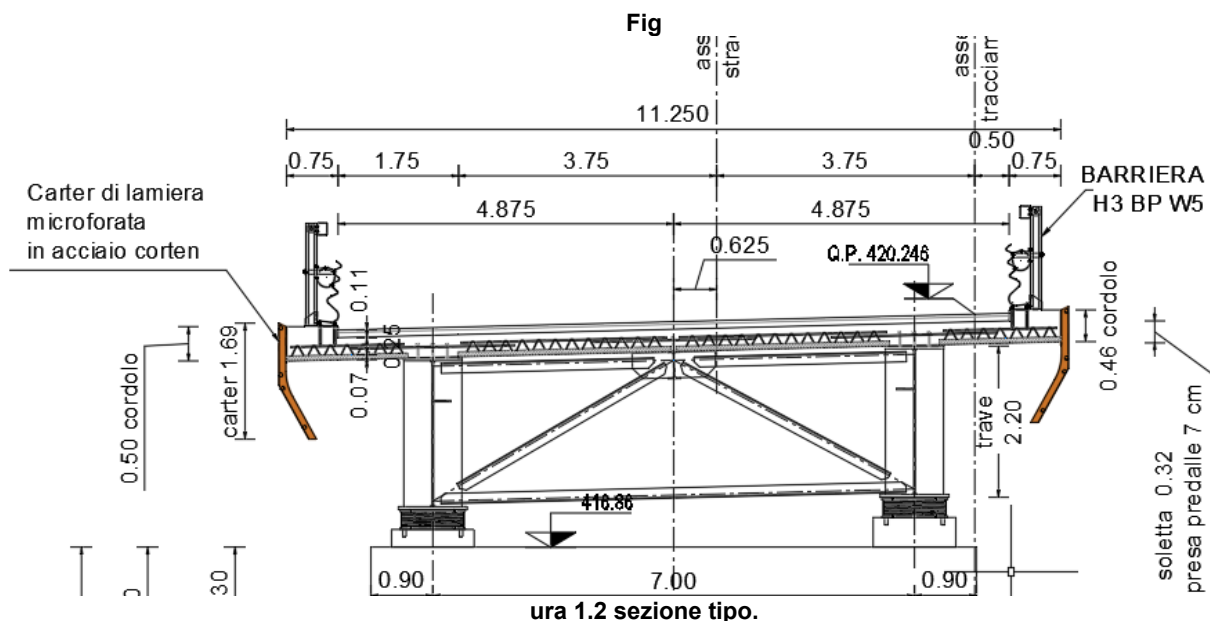


Figura 1.1 prospetto

L'impalcato è ripartito in due cordoli di lato 75cm ed una carreggiata di 9.75m, per una larghezza complessiva di 11.25m.

L'impalcato ha un retrotrave pari a 0.50m.

La sezione resistente è affidata ad una coppia di travi in sistema misto acciaio-clt poste a 7m di interasse con una altezza costante di 2.2m. La soletta ha uno spessore complessivo di 32cm costituito da 7cm di predalle e da 25cm di spessore gettato in opera.



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

La soletta è supportata da una trave rompitratta HEA500 sostenuta dai traversi reticolari disposti con passo tipico di 6m.

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.

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]

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



3. CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO

SOLETTA 35/45

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

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 (t)	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 (t)	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 sottscarpa)	XC4 + XD1 + XC2	C28/35	0,55	(4)	320	-----	22	35
Parti in elevazione dei Muri di contropila:								
- 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	-----	-----	-----	-----	-----	(5)

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_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
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

3.2. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE

Conglomerato cementizio per sottofondazioni:

- Classe di resistenza C12/15
- Classe di consistenza -

Conglomerato cementizio per pali di fondazione:

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

Conglomerato cementizio per platee di fondazione di spalle e pile:

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

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle spalle:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 25 mm
- Classe di consistenza S4

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle pile:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 25 mm
- Classe di consistenza S4

Conglomerato cementizio per baggioli:

- Classe di resistenza C35/45
- Diam. massimo inerte 25 mm

- Classe di consistenza S5

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

$\sigma_c = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ (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 predelle 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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- 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 $H=200$ mm in acciaio S235J2G3+C450 caratterizzato da:

- resistenza a snervamento dell'acciaio $f_y \geq 350$ MPa;
- resistenza a rottura dell'acciaio $f_u \geq 450$ 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:

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



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
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)

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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 sismiche 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-clas. di soletta
- g2 carichi permanenti portati: pavimentazione, guardrails, marciapiedi, parapetti, cordoli
- ε1 distorsioni di progetto
- ε 2 ritiro del calcestruzzo
- ε 3 variazioni termiche differenziali: Acciaio-clas.
- ε 4 effetti viscosi
- ε 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 m
Cordoli	0.75 m
h marciapiede	0.16 m
carreggiata	9.75 m

La soletta è eseguita su predalle metallica 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 3 kN/mq, pertanto il carico applicato sulla singola trave è pari a $11.25 \times 3/2 = 16.85 \text{ kN/m}$

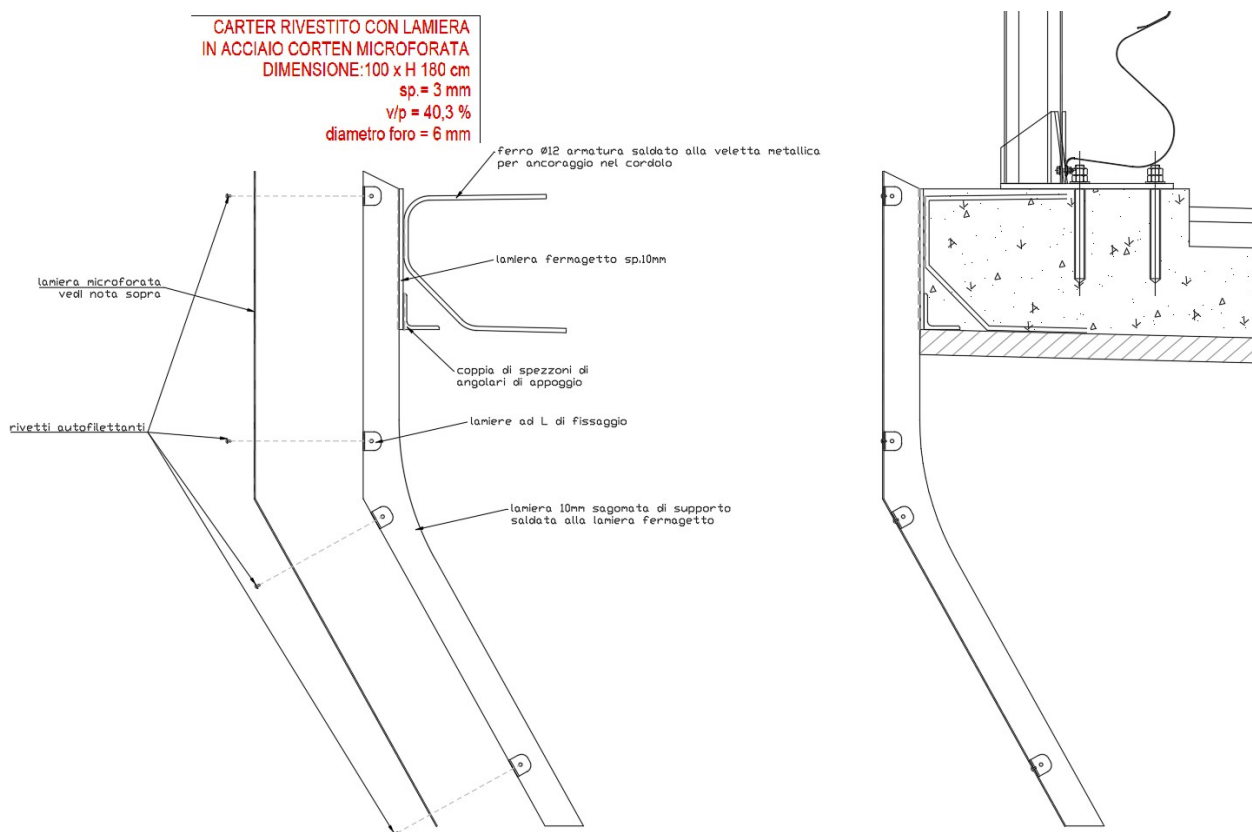
Il getto della soletta è stato considerato per tutta la larghezza del tratto carrabile. Il getto della rimanente parte e dei cordoli viene considerato nella fase G2.

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.

Soletta				
Larghezza	[mm]	11250	Area getto [mm ²]	2812500
spessore di getto	[mm]	250	h0 [mm]	500
Perimetro	[mm]	11250		

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 essiccamento
K_h	0.700		
$\epsilon_{cd,inf}$	2.39E-04		deformazione di ritiro per essiccamento
$\epsilon_{ca,inf}$	6.25E-05		deformazione per ritiro autogeno
α	1.00E-05		coefficiente di dilatazione termica del cls ($^{\circ}C^{-1}$)
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	$^{\circ}C$	

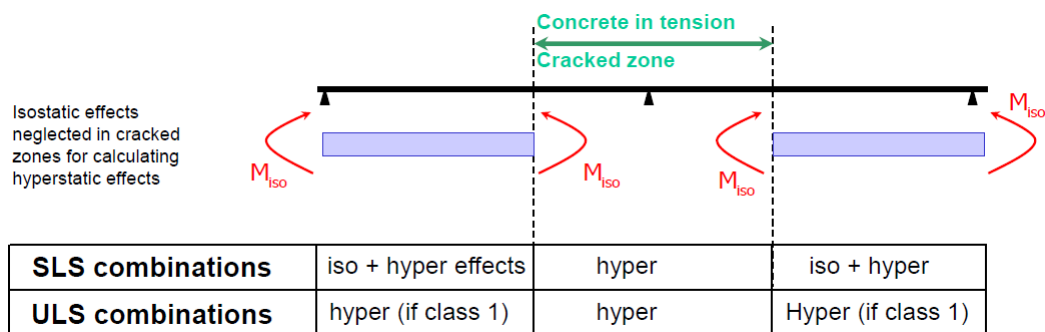
L'azione di ritiro è applicata alla soletta dell'elemento sezione considerando il modulo elastico differito del cls della soletta per la fase di ritiro.
Per la modellazione dell'azione viene considerato il momento flettente primario dovuto dall'eccentricità dello sforzo normale fittizio dovuto alla contrazione 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]	5234	
	campata 1	campata 2
Yg_medio_mista [m]	0.551	0.561
e_{g,mista-cls} [m]	0.711	0.721
M _{iso} [kNm]	3723	3773

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:

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

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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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:

- $\Delta T_{Ncomp} = T_0 - T_{min} = 15 - (-10.7) = 25.7$ °C
- $\Delta T_{Nexp} = T_{max} - T_0 = 41.64 - 15 = +26.1$ °C

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:
 $\Delta T_N = 51.8$ °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:

Type of Deck ^(a)	Top warmer than bottom $\Delta T_{M,heat}$ [°C]	Bottom warmer than top $\Delta T_{M,cool}$ [°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

$\Delta T_{M,heat} = 15.0$ °C

$\Delta T_{M,cool} = -18.0$ °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:

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

$k_{sur} \times \Delta T_{M,cool} = -18.0$ °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 rigidità 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.

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

Coefficiente di viscosità

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

Coefficiente nominale di viscosità

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{\left[1 - RH / 100\right]}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \quad \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + \left[\frac{\left[1 - RH / 100\right]}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa}$$

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 mezzera 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%

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



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	18.04	coefficiente di omogeneizzazione				
E _{cinf}	11639	MPa	modulo elastico modificato			
φ(t,t ₀)	1.753	φ ₀	1.753	β _c (t,t ₀)	1.000	Influenza temperatura
		φ _{Rh}	1.338	β _H	626	T(Δt) [°C] 15
		α ₁	0.866	α ₃	0.902	t _T 22.05
		α ₂	0.960			α 0.00
		β _{fc}	2.562			t _{0,corr} 22.05
		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	17.20	coefficiente di omogeneizzazione				
E _{cinf}	12213	MPa	modulo elastico modificato			
φ(t,t ₀)	3.255	φ ₀	3.255	β _c (t,t ₀)	1.000	Influenza temperatura
		φ _{Rh}	1.338	β _H	1353	T(Δt) [°C] 15
		α ₁	0.866	α ₃	0.902	t _T 0.79
		α ₂	0.960			α 0.00
		β _{fc}	2.562			t _{0,corr} 0.79
		β _{t0}	0.949			

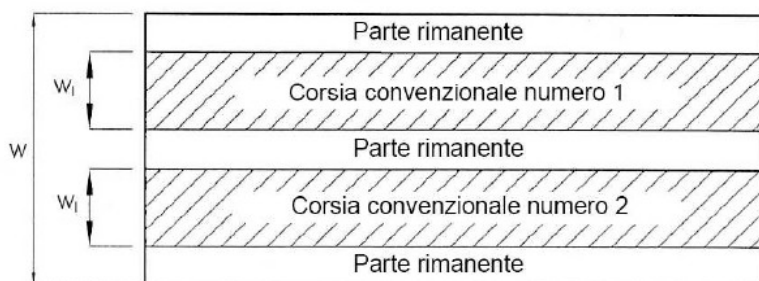
6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5)

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.

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]
$w < 5.40$ 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.

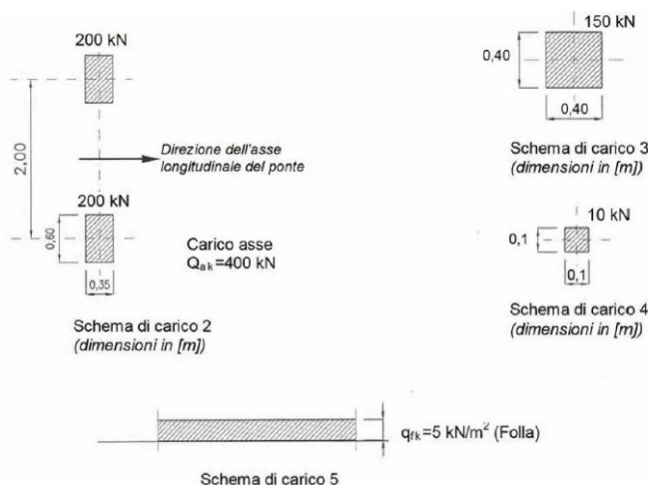
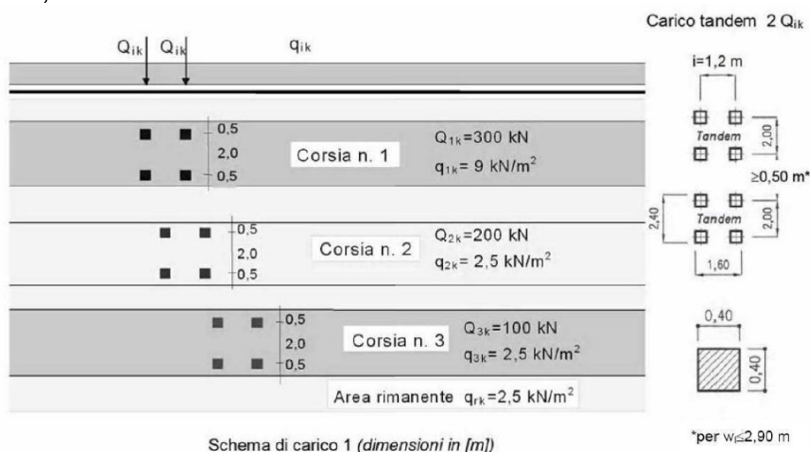
Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello 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.



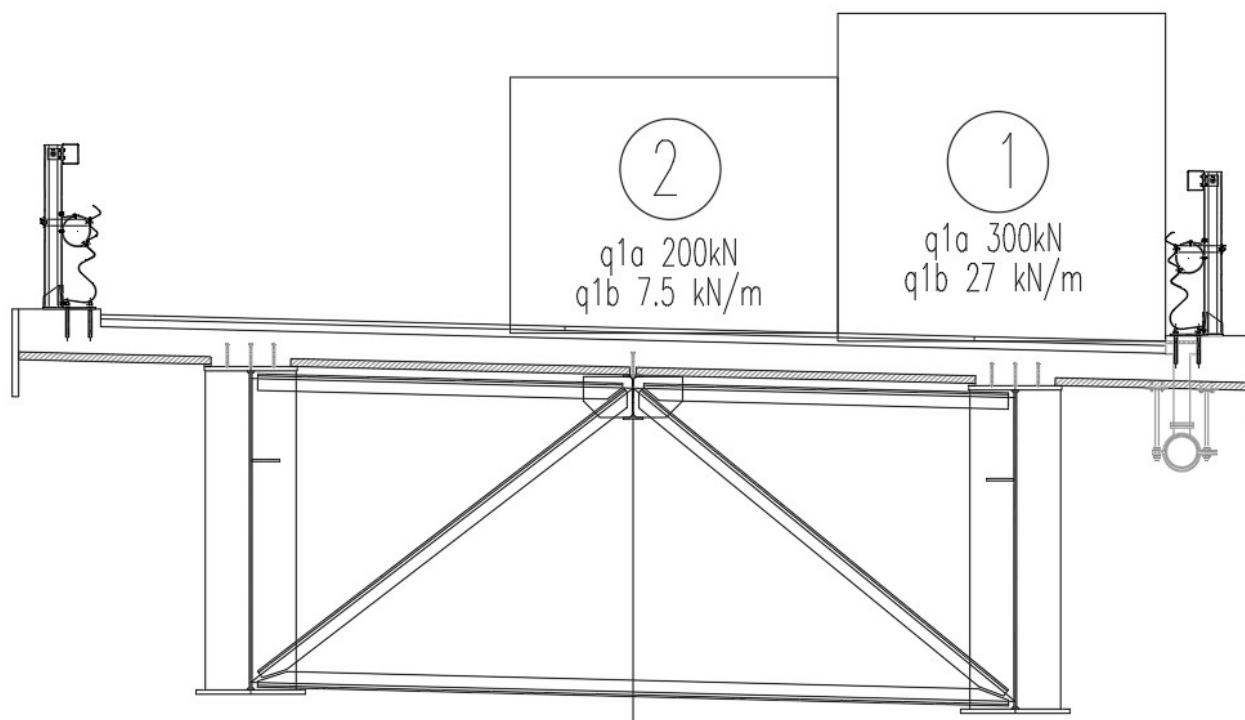
La disposizione e la numerazione delle corsie viene determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vengono scelte in modo che gli effetti della 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):

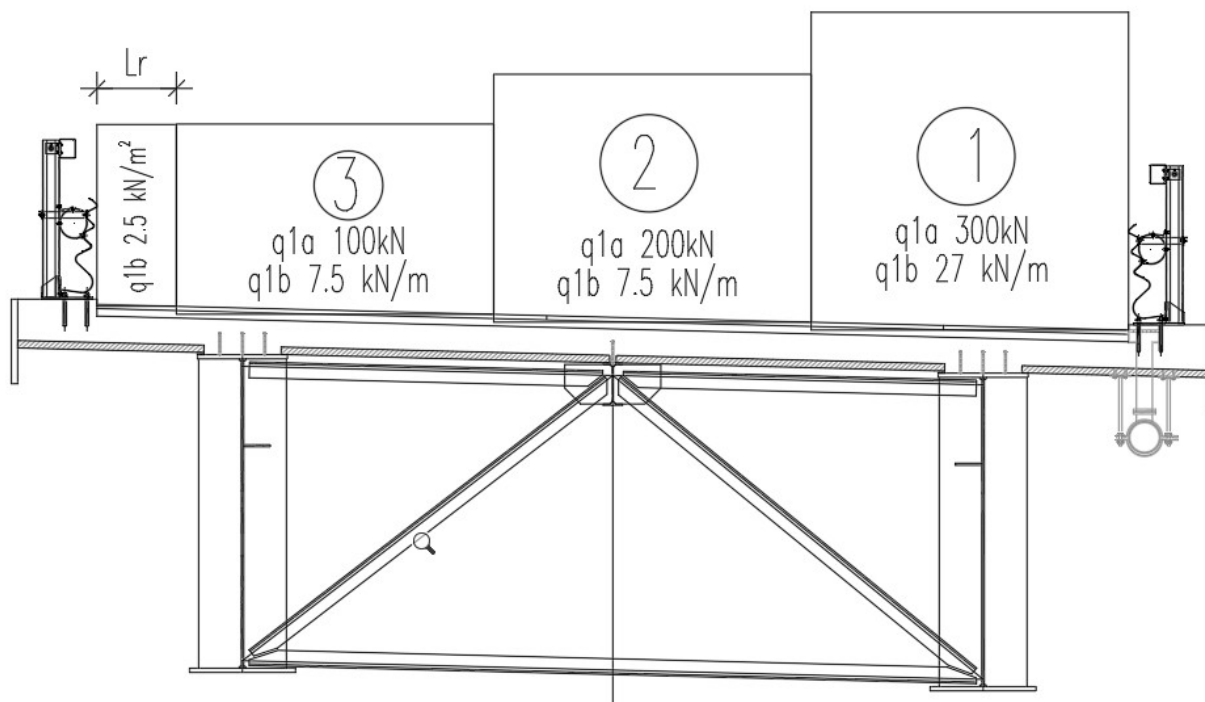
Posizione carico asse	Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia numero 1	300	9.00
Corsia numero 2	200	2.50
Corsia numero 3	100	2.50
Altre corsie	0	2.50

L'analisi della disposizione in senso longitudinale dei carichi mobili che massimizzino 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

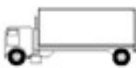


condizione con carico centrato

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 ulteriori 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:

$$Q3 = 0.6 \times 2 \times 300 + 0.1 \times 27 \times 117 = 675.9 \text{ kN}$$

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

6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4)

Non rilevante.

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 $v_{b,0} = 27 \text{ m/sec}$

PROGETTAZIONE ATI:

GP INGENGERIA
 GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl



coopprogetti



Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m^2) 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.

6.11.3. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e 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:

$$c_e(z) = k_r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

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

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;

c_t 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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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						
	costa			500m	750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
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.

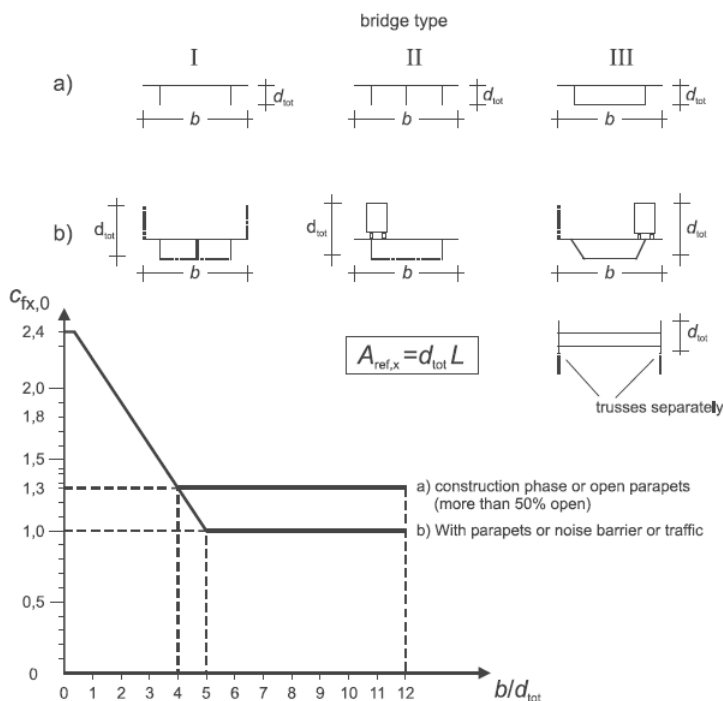
Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

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 del diagramma fornito dalla UNI-EN 1991-1-4:2005.



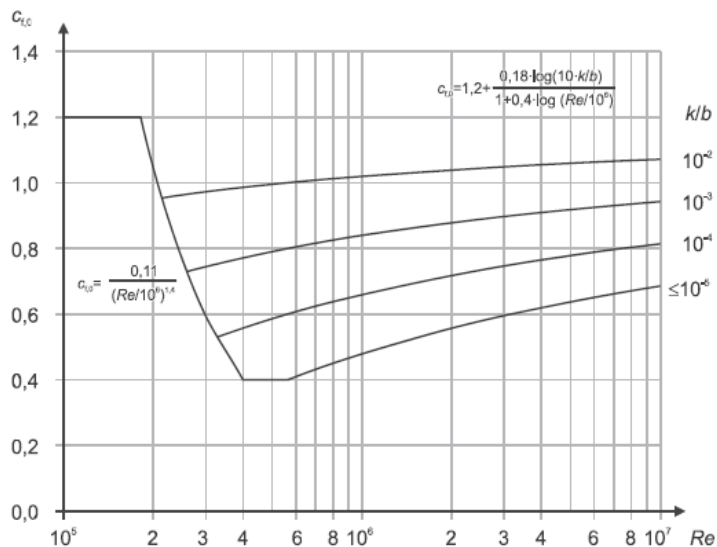
Per il ponte in oggetto, conforme alla tipologia b perché soggetto al traffico, il coefficiente di forma è assunto pari a:

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 parag. 8.3.1 al punto 4.a.4

Per il fusto circolare della pila il coefficiente di forma può essere valutato della 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.

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.

CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO				
Pressione cinetica di riferimento				
NORMATIVA				
		NTC2008		
Altitudine sito	a_s	450	m	
Zona		3		Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la prov. di Reggio Calabria)
Velocità di riferimento	$V_{ref, o}$	27	m/s	
	a_0	500	m	
	K_a	0.02	1/s	
Velocità di riferimento	V_b	27	m/s	
Tempo di ritorno	Tr	100		
§ 3.3.2 C.M. 02/02/09:	cr	1.04		$\alpha_R = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]} = 1.039$
	$Vr(Tr)$	28.06	m/s	
Pressione cinetica di riferimento	q_b	492.08	N/mq	
Classe di rugosità				
	Classe	D		Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati
Distanza dalla costa		Terra oltre 30 Km e $h < 500$ m		
Coefficiente topografico	c_t	1		
Altezza dal suolo	z	20	m	
Categoria di Esposizione		II		
	z_0	0.05	m	
Parametri per la determinazione del coef. di esposizione	z_{min}	4	m	
	K_r	0.19		
Coefficiente di esposizione	c_e	2.81		$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)]$
Coefficiente dinamico	c_p	1		$c_e(z) = c_e(z_{min})$

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

$$p = q_b c_e c_p = 492.08 \times 2.81 \times 1 = 1382.73 \text{ N/m}^2$$

dove:

- q_b è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 D.M. 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 dinamico

le pressioni sono pertanto pari a :

$$p \text{ scarico} = 1382.73 \times 1.46 = 2022 \text{ N/m}^2$$

$$p \text{ carico} = 1382.73 \times 1.91 = 2647 \text{ N/m}^2$$

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 $P = 2022 \times (3.54) = 7160 \text{ N/m}$

Applicato sulla trave sopra vento.

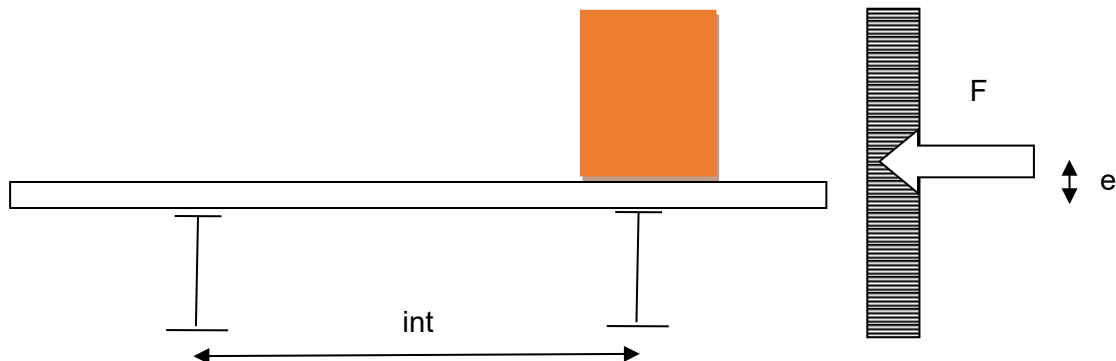
Ponte carico con applicazione sulla trave esterna e sulla sagoma di traffico.

L'azione per metro di impalcato è pari a $P=2647 \times (3.17+3)=16330$ N/m applicato sulla trave più esposta.

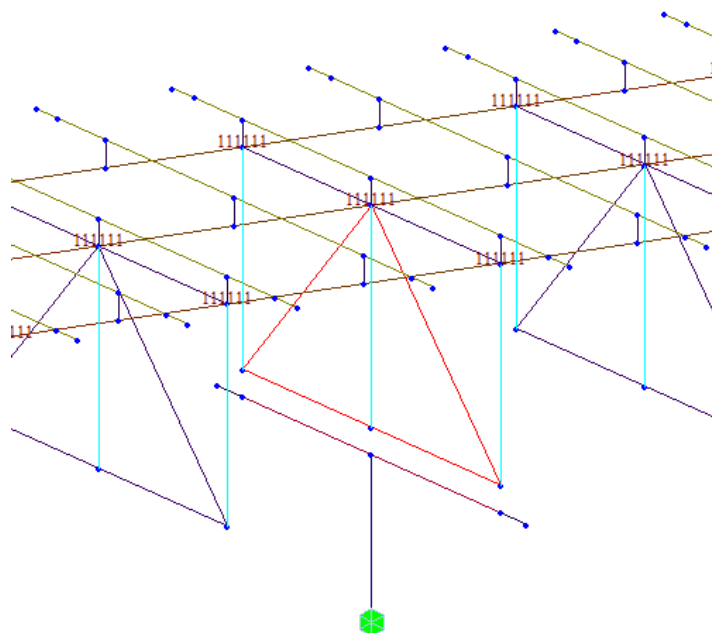
Sul fusto della pila la pressione è pari a $1.382 \times 1.29 = 1.781$ kN/m²

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 T2

La struttura si trova in corrispondenza delle seguenti coordinate geografiche:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
11.93227

LATITUDINE
43.41657

☐ Ricerca per comune

REGIONE
Toscana

PROVINCIA
Arezzo

COMUNE
Arezzo

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
superficie rigata

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 - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

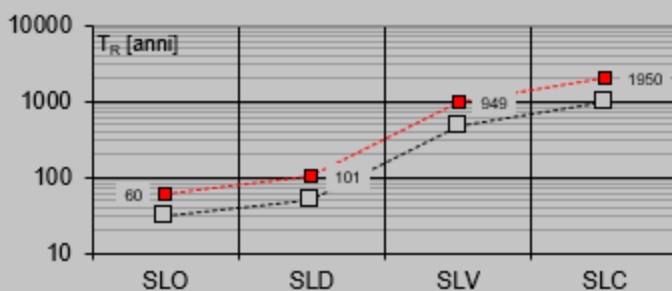
Elaborazioni

- 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

Stato Limite			
Stato Limite considerato		SLV	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo		B	info
Categoria topografica		T2	info
		$S_S = 1.200$	$C_C = 1.398$ 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
		$\eta = 1.000$	info
		Regol. in altezza	sì
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, $\xi = 5\%$)	
		$S_{d,h}$ [g] $S_{d,v}$ [g] S_e [g] 0.70 0.60 0.50 0.40 0.30 0.20 0.10 0.00	
		0 1 2 3 4 T [s]	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	0.140	0.590
T_c	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	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_{gw}	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

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

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

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

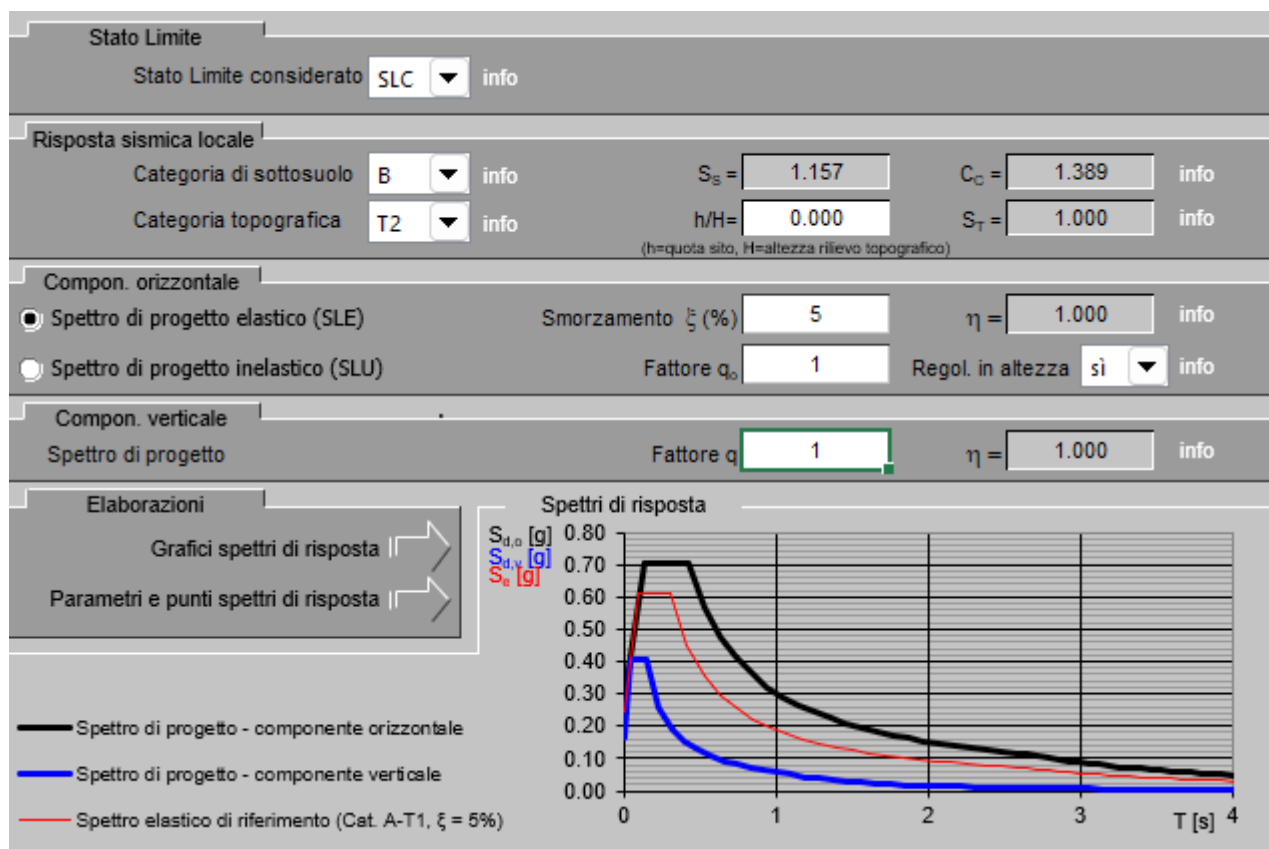
Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.123
0.050	0.299
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
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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	0.144	0.704
T_C	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	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_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	1.652
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.166
T_B	0.050	0.408
T_C	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
T_D	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 in gomma.

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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl


cooprogetti

 **engeko**


Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

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:

$$1.35 g_1 + 1.5 g_2 + 1.35 q_{1A,i} + 0.9 q_{5vento2} + 1.2 \varepsilon_2$$

		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.

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:

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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
Vento q_s	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	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

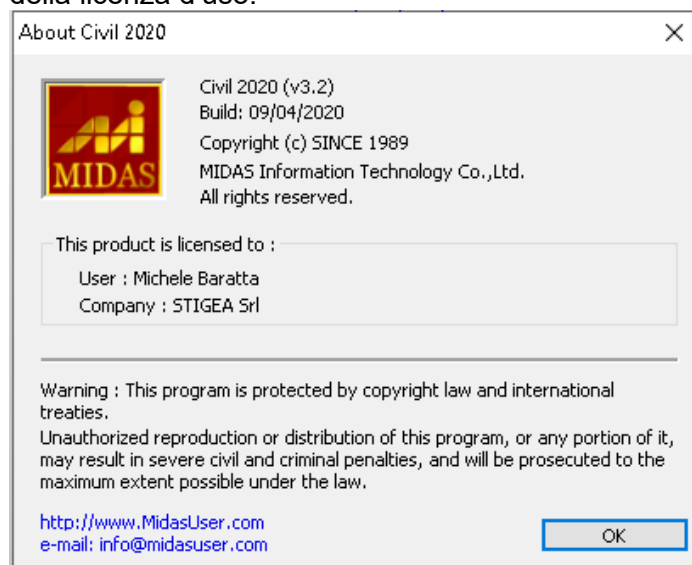


cooprogetti



- 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.2 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, posti a un interasse medio $i=6.00$ m.

Solo i diaframmi in appoggio sono modellati tridimensionalmente per tenere in conto della distanza ed eccentricità dal piano di appoggio.

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.

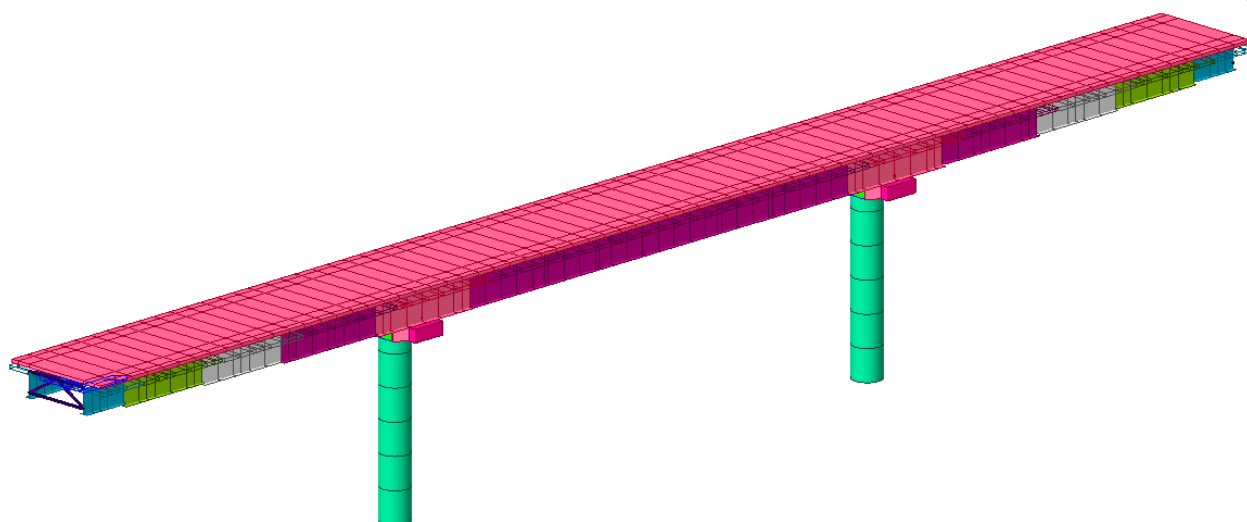


Figura 4 Modello di calcolo Fase 2 - vista estrusa

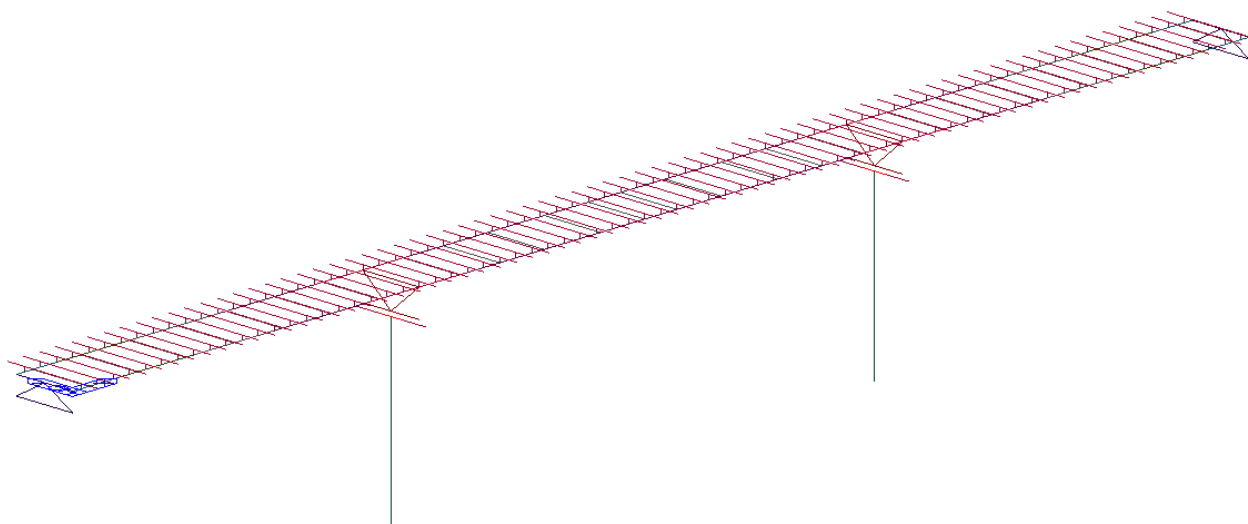


Figura 5 Modello di calcolo impalcato – vista unifilare

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).

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



- 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).

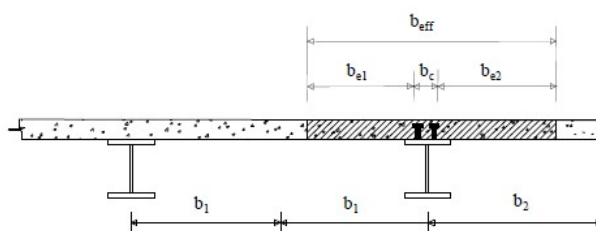


Figura 4.3.1 - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei} .

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

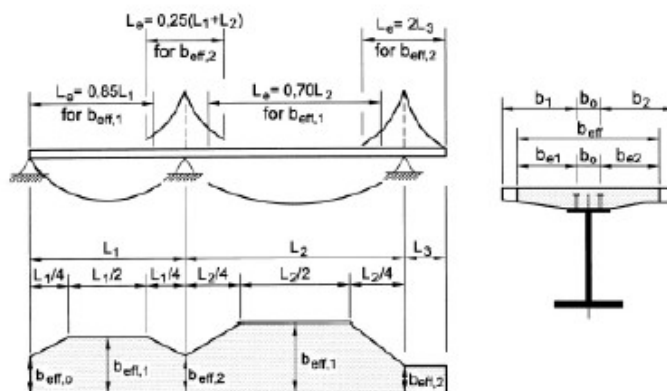
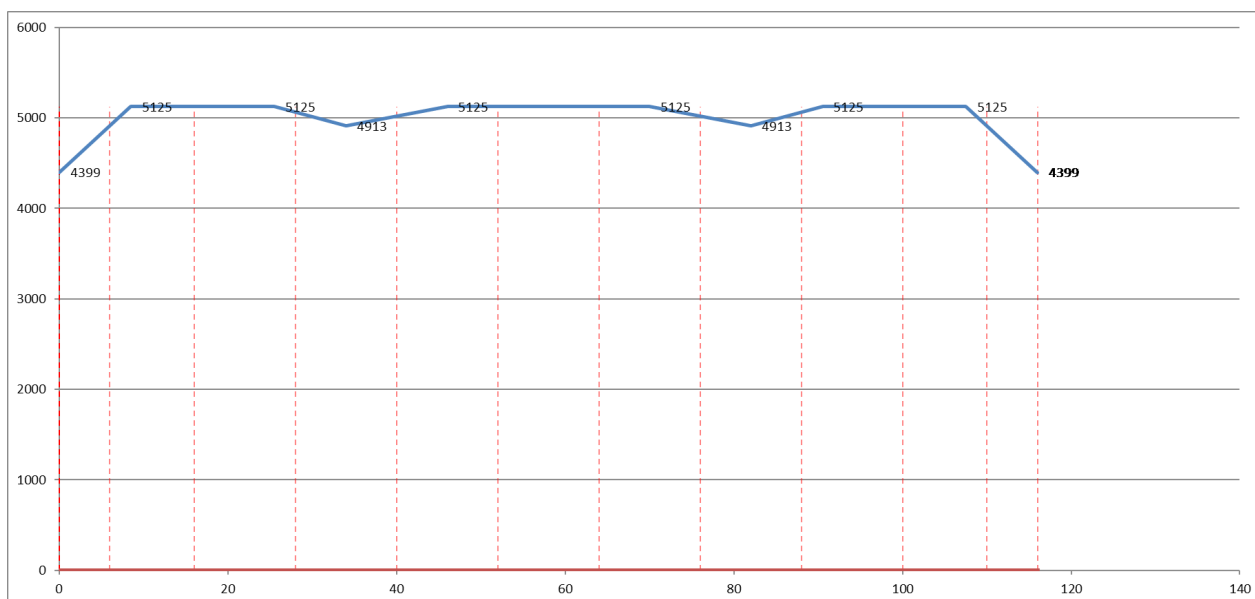


Figura 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} e luci equivalenti, L_e per le travi continue

Si riporta di seguito il grafico dell'andamento della larghezza collaborante nello sviluppo dell'impalcato.



Per quasi tutte le travi il valore è pari a 5125mm, per i tratti variabili che interessano i conci 1 e 2 si adotta un valore medio dei valori all'estremità del concio stesso.

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 6 sezioni della trave principale (secondo la indicata riportata sotto), di seguito si riportano le caratteristiche geometriche e le caratteristiche inerziali secondo le fasi di calcolo considerate:

Sezione:	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1
	Spalla			Pila				Pila			Spalla
n° pila:				1				2			

Section ID: **1** Name: **C1**

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

Slab

Bc	4283	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2140	mm	tw	20	mm
B1	600	mm	B2	800	mm
Bf1	0	mm	Bf2	0	mm
tf1	30	mm	tf2	30	mm
Bf3	0	mm	tfp	0	mm

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)

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset: Center-Top

Change Offset ...

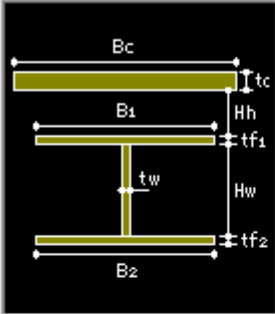
Section Properties

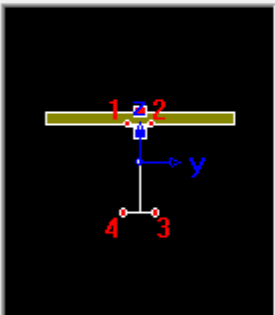


	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	8.480000e+04	3.072029e+05	1.609422e+05	1.609422e+05	mm^2
Asy	3.313001e+04	2.184702e+05	7.964905e+04	7.964905e+04	mm^2
Asz	4.221528e+04	4.817217e+04	4.417227e+04	4.417227e+04	mm^2
Ixx	1.838667e+07	4.130369e+09	1.426172e+09	1.426172e+09	mm^4
Iyy	6.528074e+10	1.768829e+11	1.376214e+11	1.376214e+11	mm^4
Izz	1.821427e+09	3.418030e+11	1.182181e+11	1.182181e+11	mm^4
Cyp	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Cym	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Czp	1.176769e+03	2.090004e+02	5.443397e+02	5.443397e+02	mm
Czm	1.023231e+03	1.991000e+03	1.655660e+03	1.655660e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	7.160000e+03	1.636600e+04	1.636600e+04	1.636600e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.000000e+02	2.141500e+03	2.141500e+03	2.141500e+03	mm
Center:z	1.023231e+03	1.991000e+03	1.655660e+03	1.655660e+03	mm
y1	-3.000000e+02	-3.000000e+02	-3.000000e+02	-3.000000e+02	mm
z1	1.176769e+03	2.090004e+02	5.443397e+02	5.443397e+02	mm
y2	3.000000e+02	3.000000e+02	3.000000e+02	3.000000e+02	mm
z2	1.176769e+03	2.090004e+02	5.443397e+02	5.443397e+02	mm
y3	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
z3	-1.023231e+03	-1.991000e+03	-1.655660e+03	-1.655660e+03	mm
y4	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	mm
z4	-1.023231e+03	-1.991000e+03	-1.655660e+03	-1.655660e+03	mm

Section ID Name

Section Type :





Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset : Center-Top

Slab

Bc	4646	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2130	mm	tw	18	mm
B1	600	mm	B2	800	mm
Bf1	0	mm	Bf2	0	mm
tf1	30	mm	tf2	40	mm
Bf3	0	mm	tfp	0	mm

Material

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.

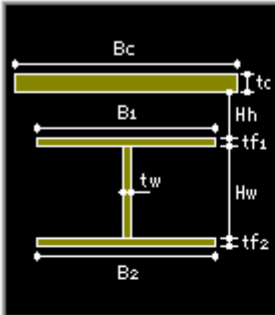
☐ Consider Warping Effect(7th DOF)

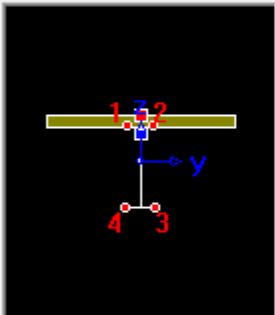
Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	8.834000e+04	3.295923e+05	1.709356e+05	1.709356e+05	mm^2
Asy	3.955941e+04	2.356241e+05	8.557502e+04	8.557502e+04	mm^2
Asz	3.816371e+04	4.386722e+04	4.027298e+04	4.027298e+04	mm^2
Ixx	2.667543e+07	4.487163e+09	1.553775e+09	1.553775e+09	mm^4
Iyy	7.052446e+10	2.044358e+11	1.582692e+11	1.582692e+11	mm^4
Izz	2.247702e+09	4.362067e+11	1.508186e+11	1.508186e+11	mm^4
Cyp	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Cym	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Czp	1.267968e+03	2.227355e+02	5.779781e+02	5.779781e+02	mm
Czm	9.320319e+02	1.977264e+03	1.622022e+03	1.622022e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	7.164000e+03	1.709600e+04	1.709600e+04	1.709600e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.000000e+02	2.323000e+03	2.323000e+03	2.323000e+03	mm
Center:z	9.320319e+02	1.977264e+03	1.622022e+03	1.622022e+03	mm
y1	-3.000000e+02	-3.000000e+02	-3.000000e+02	-3.000000e+02	mm
z1	1.267968e+03	2.227355e+02	5.779781e+02	5.779781e+02	mm
y2	3.000000e+02	3.000000e+02	3.000000e+02	3.000000e+02	mm
z2	1.267968e+03	2.227355e+02	5.779781e+02	5.779781e+02	mm
y3	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
z3	-9.320319e+02	-1.977264e+03	-1.622022e+03	-1.622022e+03	mm
y4	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	mm
z4	-9.320319e+02	-1.977264e+03	-1.622022e+03	-1.622022e+03	mm

Section ID: Name:

Section Type:





Slab

Bc	5083	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2120	tw	20	mm
B1	700	B2	800	mm
Bf1	0	Bf2	0	mm
tf1	40	tf2	40	mm
Bf3	0	tfp	0	mm

Material

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

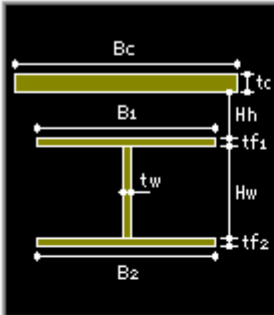
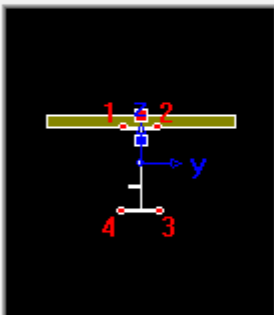
Section Properties



	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.024000e+05	3.663444e+05	1.927644e+05	1.927644e+05	mm^2
Asy	4.955229e+04	2.626804e+05	9.578854e+04	9.578854e+04	mm^2
Asz	4.250337e+04	4.824552e+04	4.404118e+04	4.404118e+04	mm^2
Ixx	3.776000e+07	4.917799e+09	1.708498e+09	1.708498e+09	mm^4
Iyy	8.568996e+10	2.130459e+11	1.678598e+11	1.678598e+11	mm^4
Izz	2.851413e+09	5.711433e+11	1.974128e+11	1.974128e+11	mm^4
Cyp	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Cym	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
Czp	1.142188e+03	2.039854e+02	5.317458e+02	5.317458e+02	mm
Czm	1.057813e+03	1.996015e+03	1.668254e+03	1.668254e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	7.360000e+03	1.816600e+04	1.816600e+04	1.816600e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.000000e+02	2.541500e+03	2.541500e+03	2.541500e+03	mm
Center:z	1.057813e+03	1.996015e+03	1.668254e+03	1.668254e+03	mm
y1	-3.500000e+02	-3.500000e+02	-3.500000e+02	-3.500000e+02	mm
z1	1.142188e+03	2.039854e+02	5.317458e+02	5.317458e+02	mm
y2	3.500000e+02	3.500000e+02	3.500000e+02	3.500000e+02	mm
z2	1.142188e+03	2.039854e+02	5.317458e+02	5.317458e+02	mm
y3	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
z3	-1.057813e+03	-1.996015e+03	-1.668254e+03	-1.668254e+03	mm
y4	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	mm
z4	-1.057813e+03	-1.996015e+03	-1.668254e+03	-1.668254e+03	mm

Section ID: Name:

Section Type:

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset: Center-Top

Slab

Bc	4909	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2110	mm	tw	24	mm
B1	900	mm	B2	1000	mm
Bf1	0	mm	Bf2	0	mm
tf1	40	mm	tf2	50	mm
Bf3	0	mm	tfp	0	mm

Material

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)

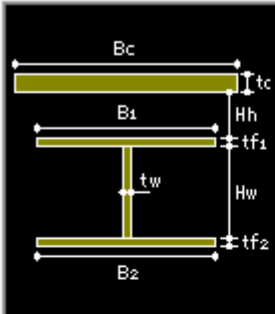
Section Properties

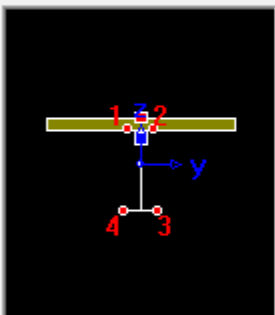


	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.426400e+05	3.975491e+05	2.299111e+05	2.299111e+05	mm^2
Asy	7.365158e+04	2.663196e+05	1.023546e+05	1.023546e+05	mm^2
Asz	5.076708e+04	5.684798e+04	5.257714e+04	5.257714e+04	mm^2
Ixx	7.079691e+07	4.783783e+09	1.684343e+09	1.684343e+09	mm^4
Iyy	1.176889e+11	2.943966e+11	2.217554e+11	2.217554e+11	mm^4
Izz	6.794938e+09	5.187009e+11	1.820519e+11	1.820519e+11	mm^4
Cyp	5.068144e+02	5.024450e+02	5.042277e+02	5.042277e+02	mm
Cym	4.931856e+02	4.975550e+02	4.957723e+02	4.957723e+02	mm
Czp	1.221402e+03	3.356449e+02	6.970408e+02	6.970408e+02	mm
Czm	9.785979e+02	1.864355e+03	1.502959e+03	1.502959e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	8.752000e+03	1.921000e+04	1.921000e+04	1.921000e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.931856e+02	2.452055e+03	2.450272e+03	2.450272e+03	mm
Center:z	9.785979e+02	1.864355e+03	1.502959e+03	1.502959e+03	mm
y1	-4.431856e+02	-4.475550e+02	-4.457723e+02	-4.457723e+02	mm
z1	1.221402e+03	3.356449e+02	6.970408e+02	6.970408e+02	mm
y2	4.568144e+02	4.524450e+02	4.542277e+02	4.542277e+02	mm
z2	1.221402e+03	3.356449e+02	6.970408e+02	6.970408e+02	mm
y3	5.068144e+02	5.024450e+02	5.042277e+02	5.042277e+02	mm
z3	-9.785979e+02	-1.864355e+03	-1.502959e+03	-1.502959e+03	mm
y4	-4.931856e+02	-4.975550e+02	-4.957723e+02	-4.957723e+02	mm
z4	-9.785979e+02	-1.864355e+03	-1.502959e+03	-1.502959e+03	mm

Section ID Name

Section Type :





Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset : Center-Top

Slab

Bc	5053	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2120	mm	tw	22	mm
B1	700	mm	B2	900	mm
Bf1	0	mm	Bf2	0	mm
tf1	40	mm	tf2	40	mm
Bf3	0	mm	tfp	0	mm

Material

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)

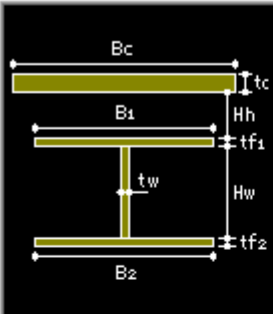
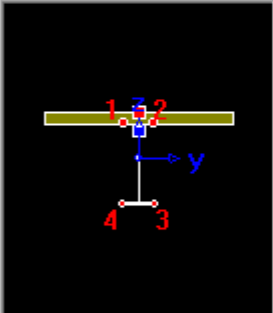
Section Properties



	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.106400e+05	3.730266e+05	2.004711e+05	2.004711e+05	mm^2
Asy	5.094276e+04	2.619777e+05	9.603963e+04	9.603963e+04	mm^2
Asz	4.656491e+04	5.253783e+04	4.791624e+04	4.791624e+04	mm^2
Ixx	4.179989e+07	4.893036e+09	1.702677e+09	1.702677e+09	mm^4
Iyy	9.145166e+10	2.330338e+11	1.809866e+11	1.809866e+11	mm^4
Izz	3.575214e+09	5.618641e+11	1.947119e+11	1.947119e+11	mm^4
Cyp	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
Cym	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
Czp	1.178091e+03	2.368789e+02	5.784924e+02	5.784924e+02	mm
Czm	1.021909e+03	1.963121e+03	1.621508e+03	1.621508e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	7.556000e+03	1.830200e+04	1.830200e+04	1.830200e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.500000e+02	2.526500e+03	2.526500e+03	2.526500e+03	mm
Center:z	1.021909e+03	1.963121e+03	1.621508e+03	1.621508e+03	mm
y1	-3.500000e+02	-3.500000e+02	-3.500000e+02	-3.500000e+02	mm
z1	1.178091e+03	2.368789e+02	5.784924e+02	5.784924e+02	mm
y2	3.500000e+02	3.500000e+02	3.500000e+02	3.500000e+02	mm
z2	1.178091e+03	2.368789e+02	5.784924e+02	5.784924e+02	mm
y3	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
z3	-1.021909e+03	-1.963121e+03	-1.621508e+03	-1.621508e+03	mm
y4	-4.500000e+02	-4.500000e+02	-4.500000e+02	-4.500000e+02	mm
z4	-1.021909e+03	-1.963121e+03	-1.621508e+03	-1.621508e+03	mm

Section ID: Name:

Section Type:

Slab

Bc	5125	mm
tc	320	mm
Hh	0	mm

Girder

Hw	2130	tw	18	mm
B1	800	B2	900	mm
Bf1	0	Bf2	0	mm
tf1	40	tf2	40	mm
Bf3	0	tfp	0	mm

Material

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)

Display Centroid

☐ FEM ☐ Equation

Offset:

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.063400e+05	3.724653e+05	1.974511e+05	1.974511e+05	mm^2
Asy	5.627194e+04	2.694810e+05	9.998980e+04	9.998980e+04	mm^2
Asz	3.848476e+04	4.462147e+04	4.107203e+04	4.107203e+04	mm^2
Ixx	4.048515e+07	4.960847e+09	1.725028e+09	1.725028e+09	mm^4
Iyy	9.437864e+10	2.262059e+11	1.788262e+11	1.788262e+11	mm^4
Izz	4.137702e+09	5.866334e+11	2.035619e+11	2.035619e+11	mm^4
Cyp	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
Cym	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
Czp	1.145812e+03	2.128135e+02	5.432632e+02	5.432632e+02	mm
Czm	1.064188e+03	1.997187e+03	1.666737e+03	1.666737e+03	mm
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm^2
Peri:O	7.784000e+03	1.867400e+04	1.867400e+04	1.867400e+04	mm
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	mm
Center:y	4.500000e+02	2.562500e+03	2.562500e+03	2.562500e+03	mm
Center:z	1.064188e+03	1.997187e+03	1.666737e+03	1.666737e+03	mm
y1	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	-4.000000e+02	mm
z1	1.145812e+03	2.128135e+02	5.432632e+02	5.432632e+02	mm
y2	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	4.000000e+02	mm
z2	1.145812e+03	2.128135e+02	5.432632e+02	5.432632e+02	mm
y3	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	4.500000e+02	mm
z3	-1.064188e+03	-1.997187e+03	-1.666737e+03	-1.666737e+03	mm
y4	-4.500000e+02	-4.500000e+02	-4.500000e+02	-4.500000e+02	mm
z4	-1.064188e+03	-1.997187e+03	-1.666737e+03	-1.666737e+03	mm

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

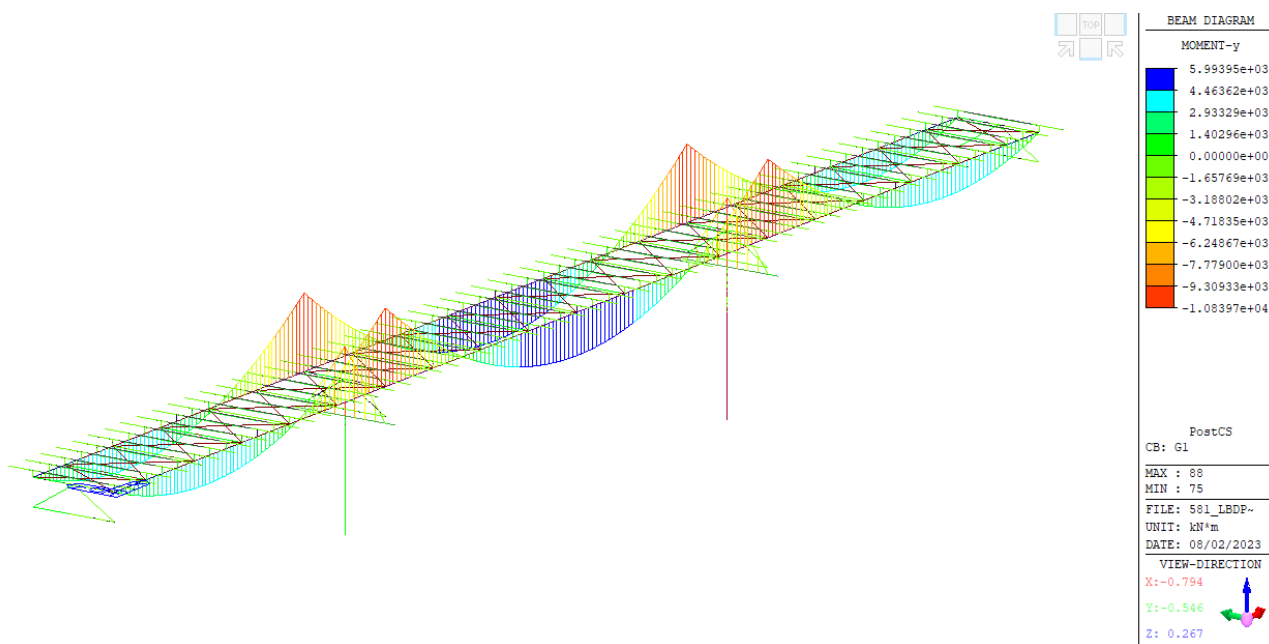


Figure 1 g1- momento flettente

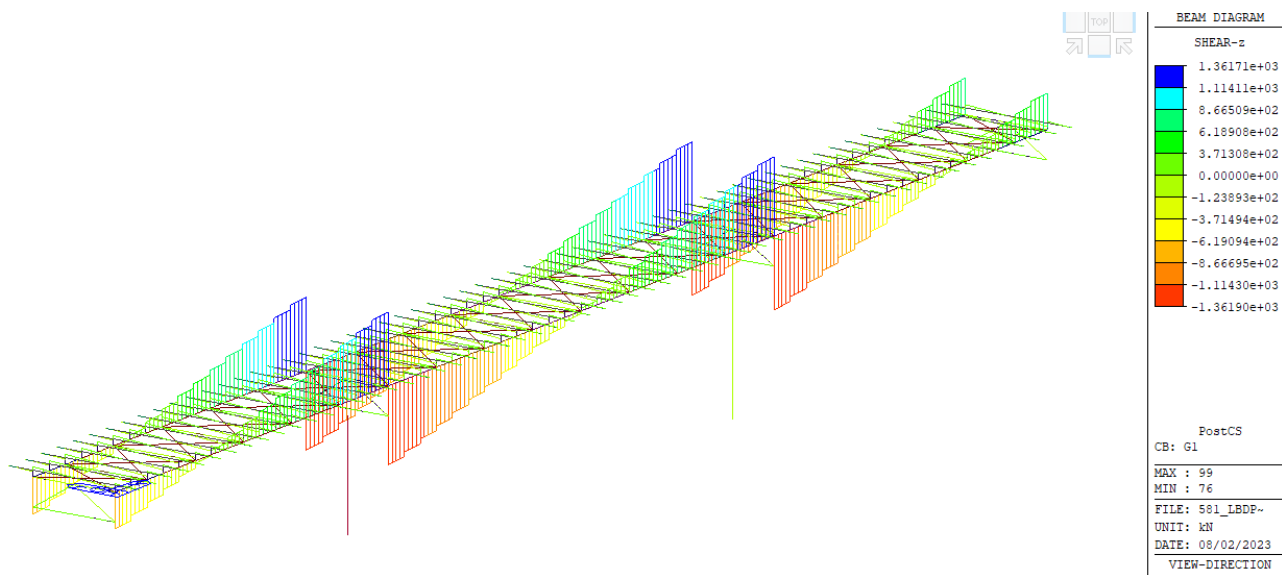


Figure 2 g1- sforzo di taglio

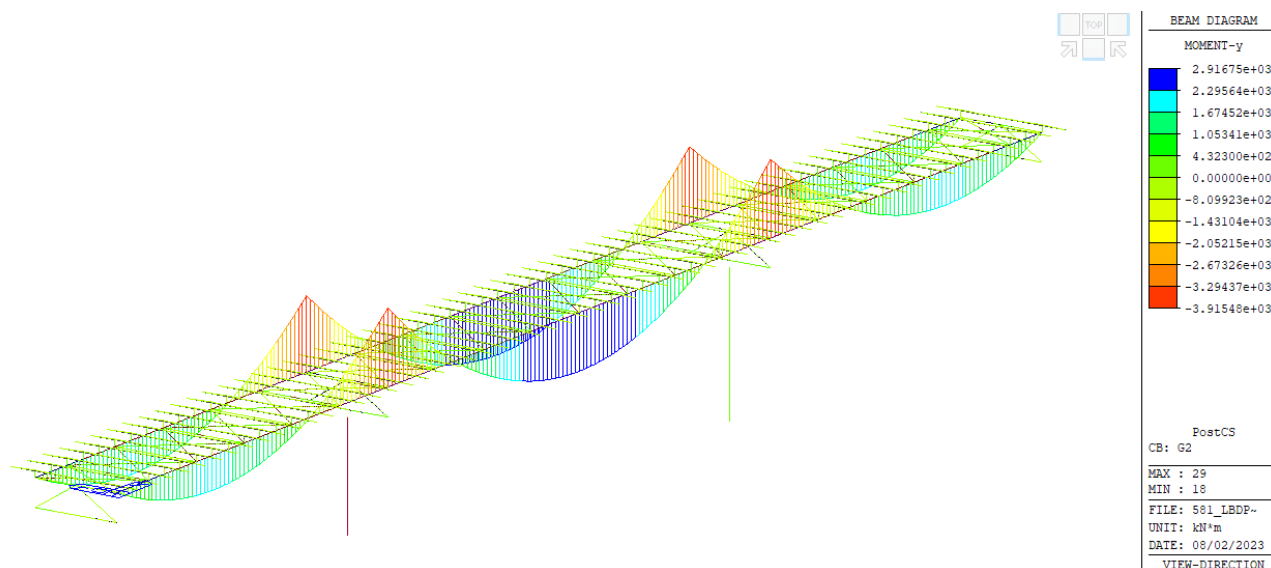


Figure 3 g2 – momento flettente

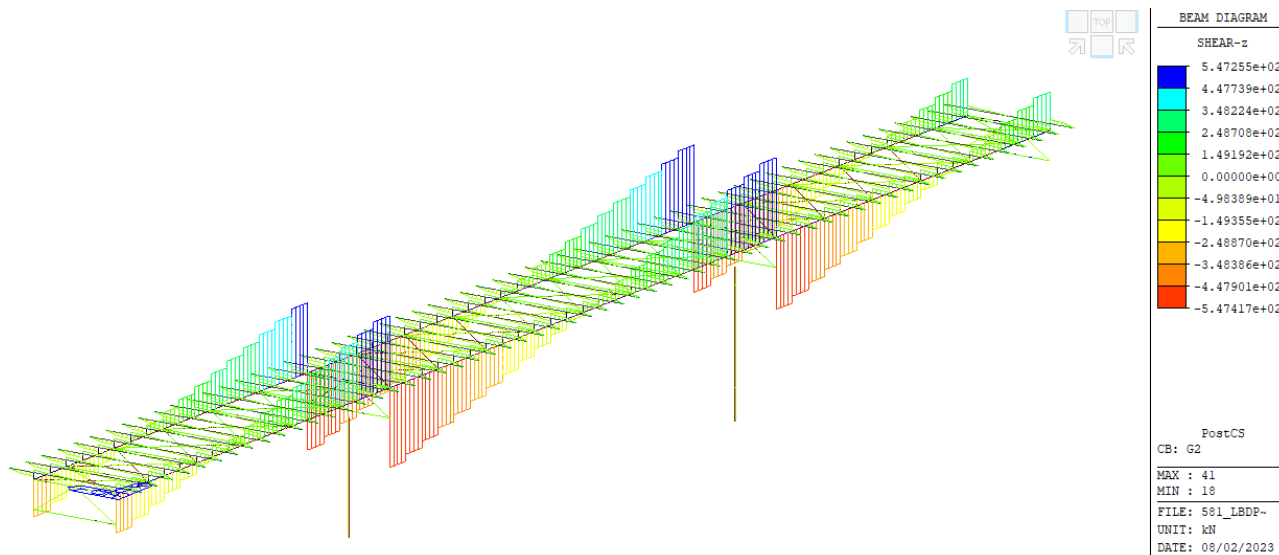


Figure 4 g2 – sforzo di taglio

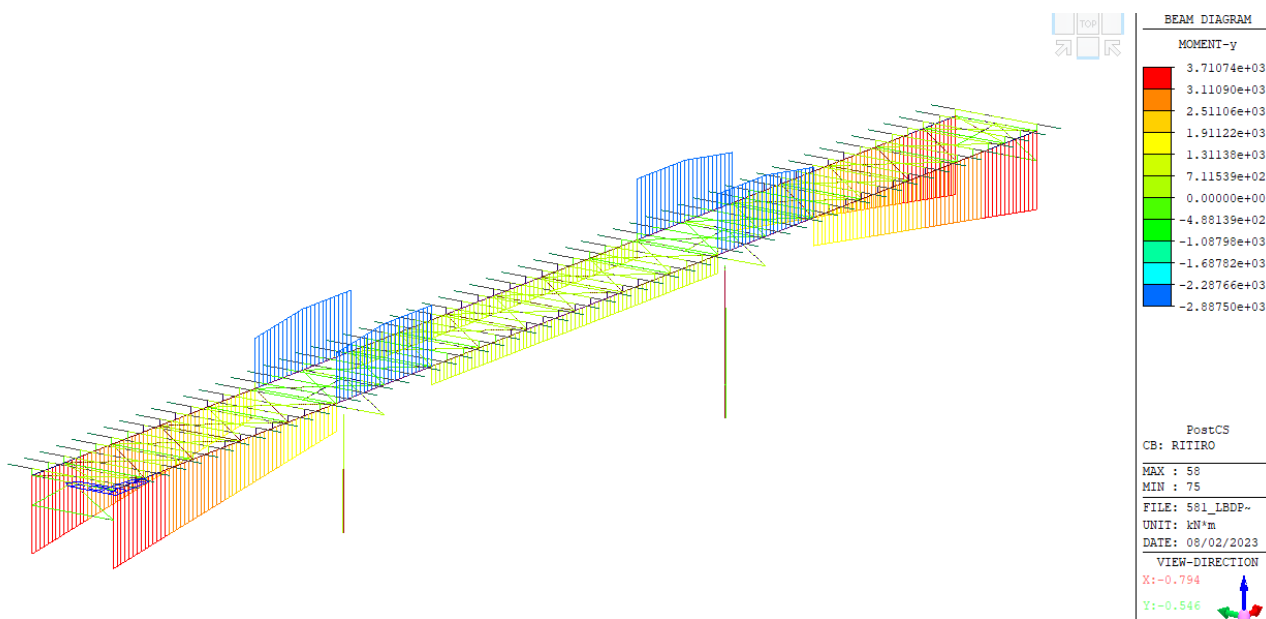


Figure 5 ritiro – momento flettente

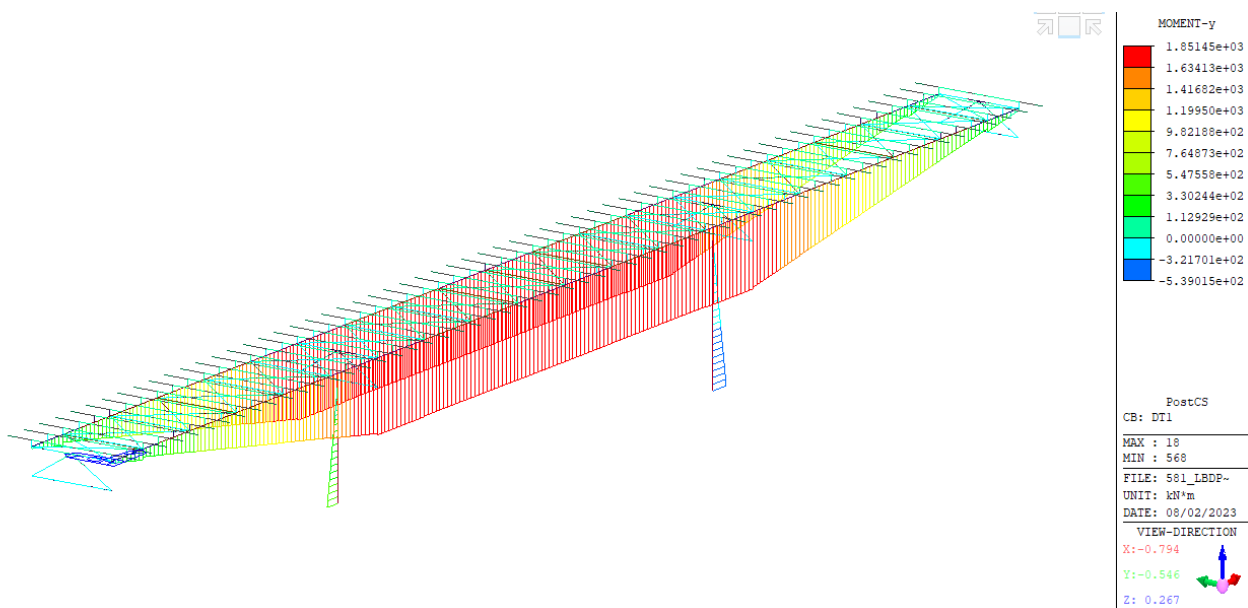


Figure 6 variazione termica positiva – momento flettente

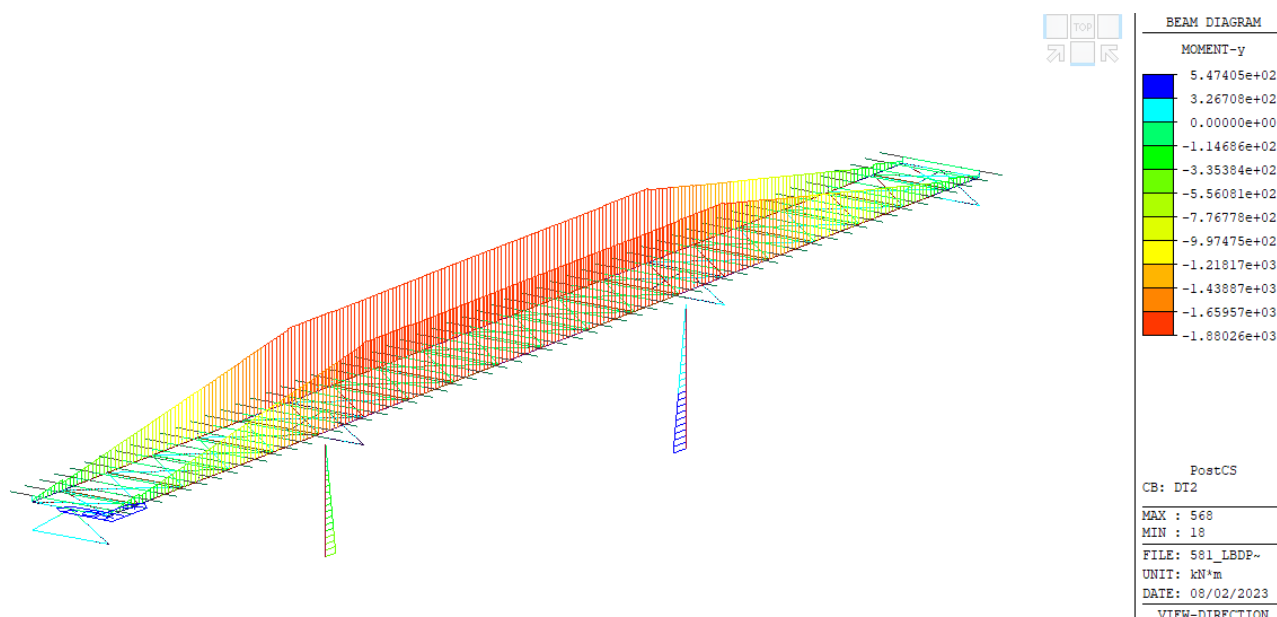


Figure 7 variazione termica negativa – momento flettente

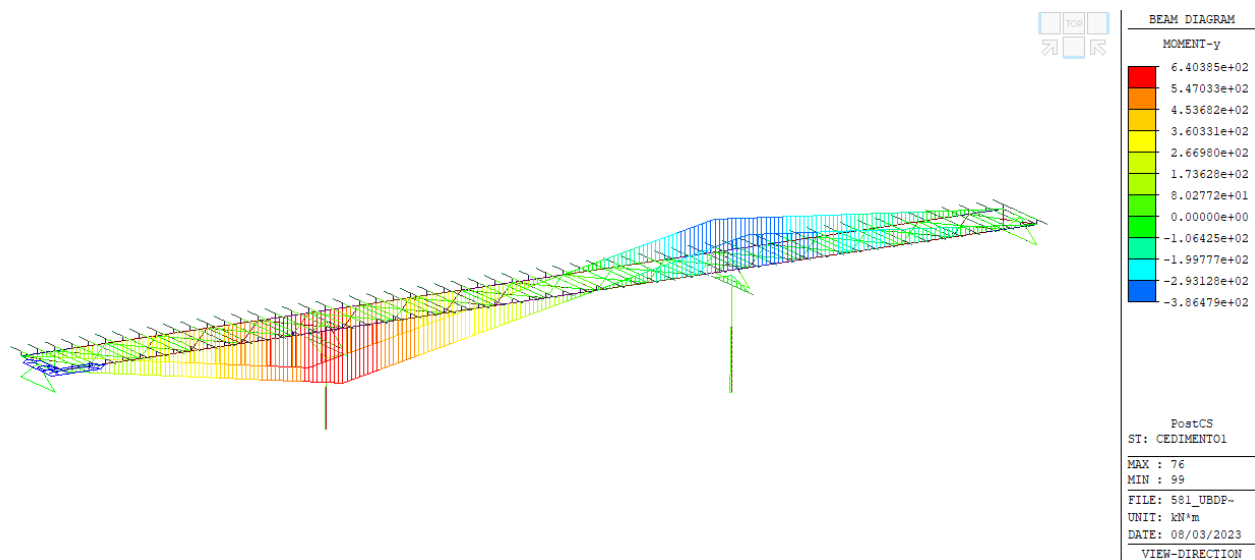


Figure 8 cedimento pila – momento flettente

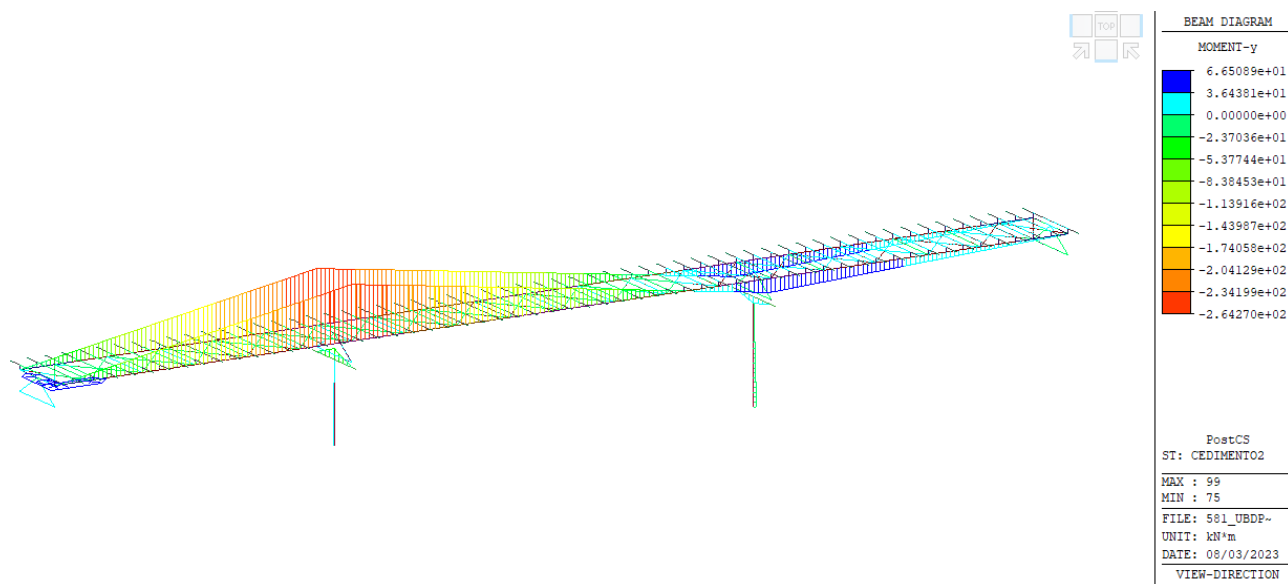


Figure 9 cedimento spalla – momento flettente

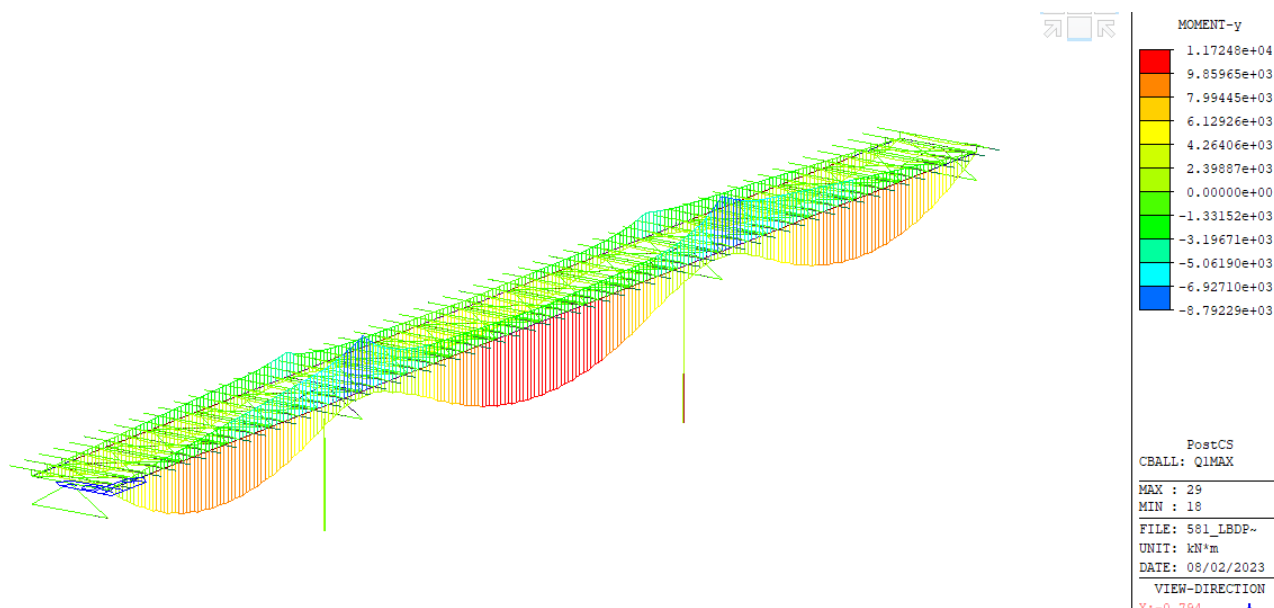


Figure 10 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico – momento flettente

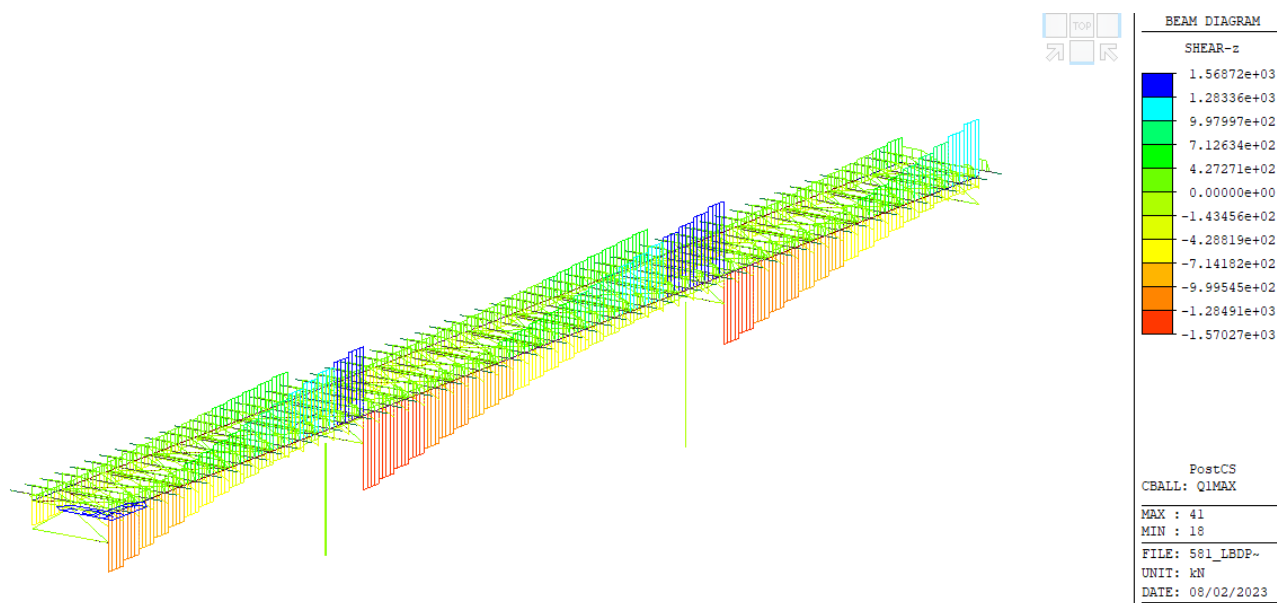


Figure 11 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico – sforzo di taglio

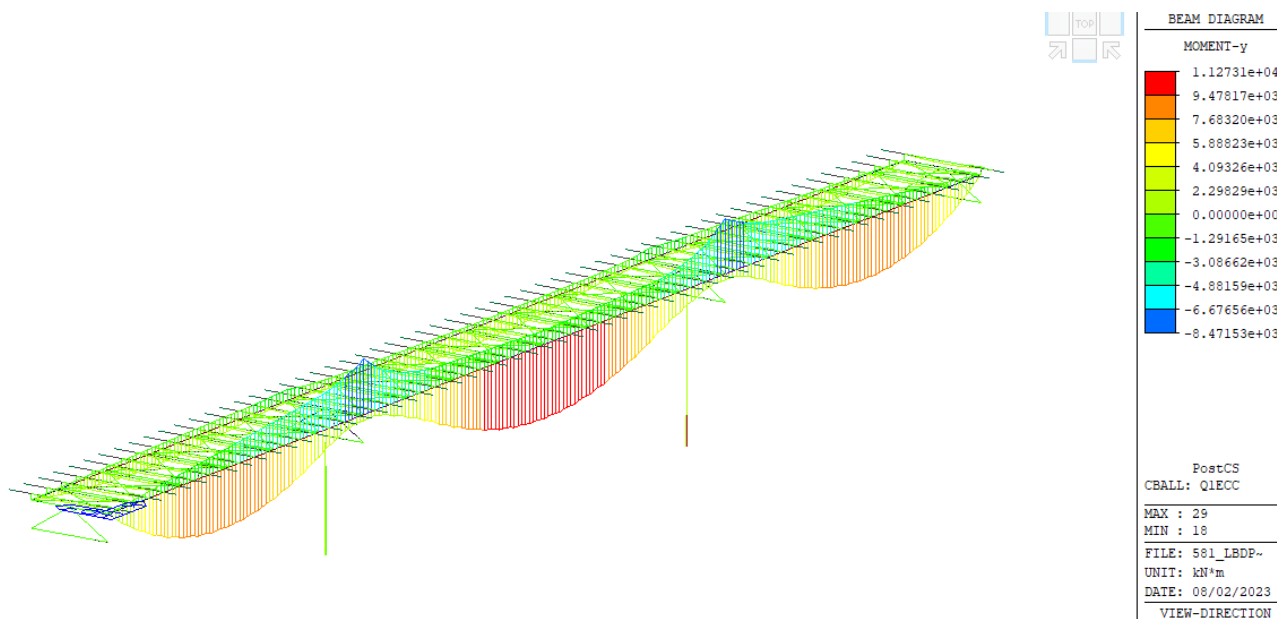


Figure 12 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico eccentrico– momento flettente

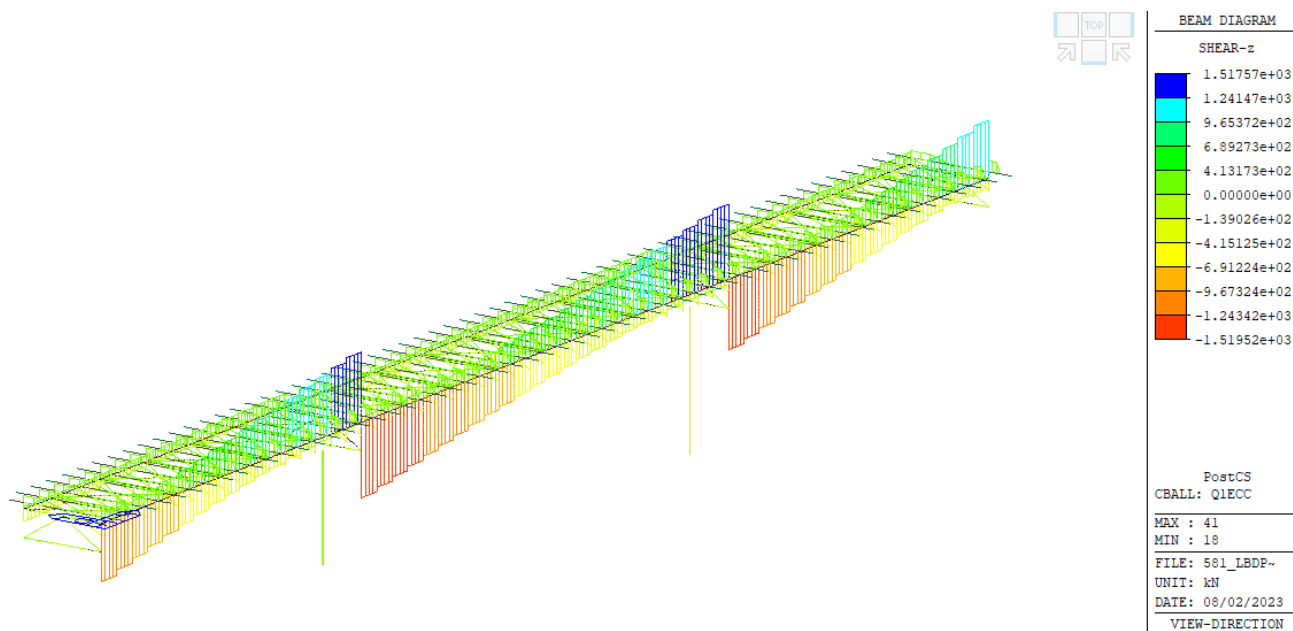


Figure 13 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico eccentrico – sforzo di taglio

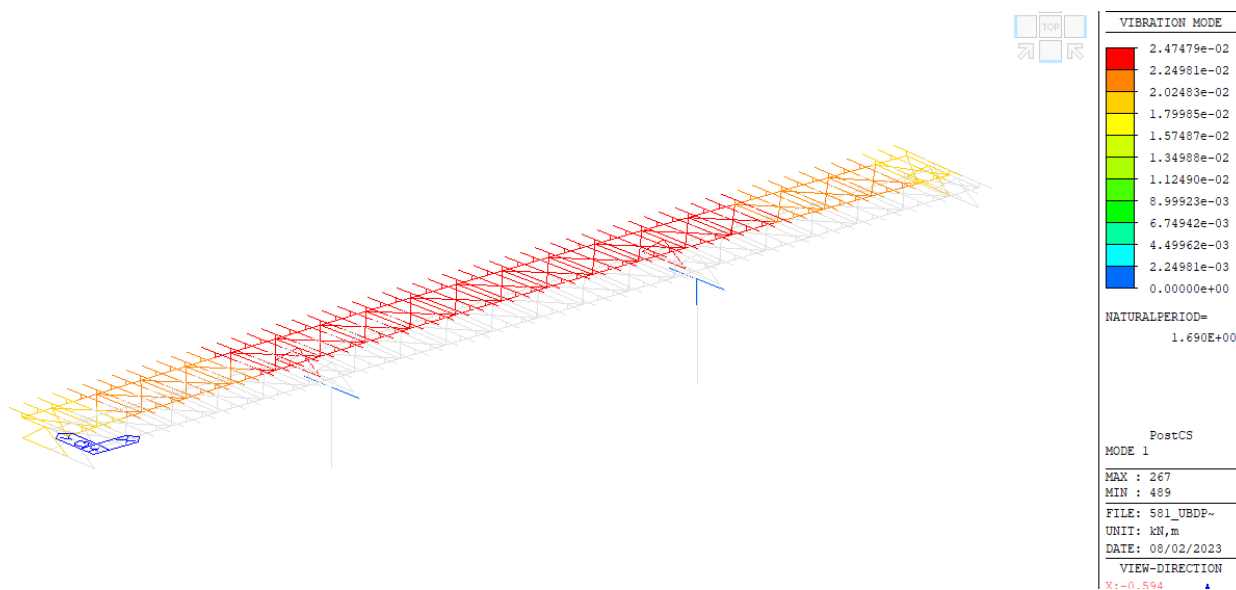
13. ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA

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),

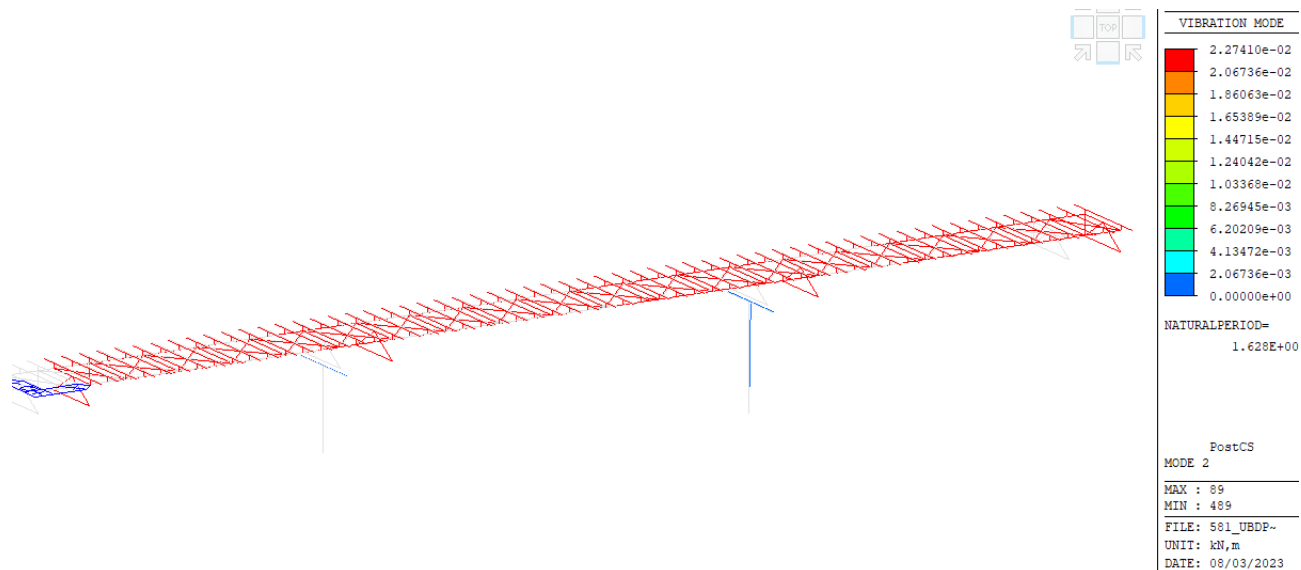
Rigidezza	pila	spalla
Rigidezza nominale appoggio	2.7	2.18 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio LBDB	2.16	1.744 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio UBDP	4.05	3.27 kN/mm

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.

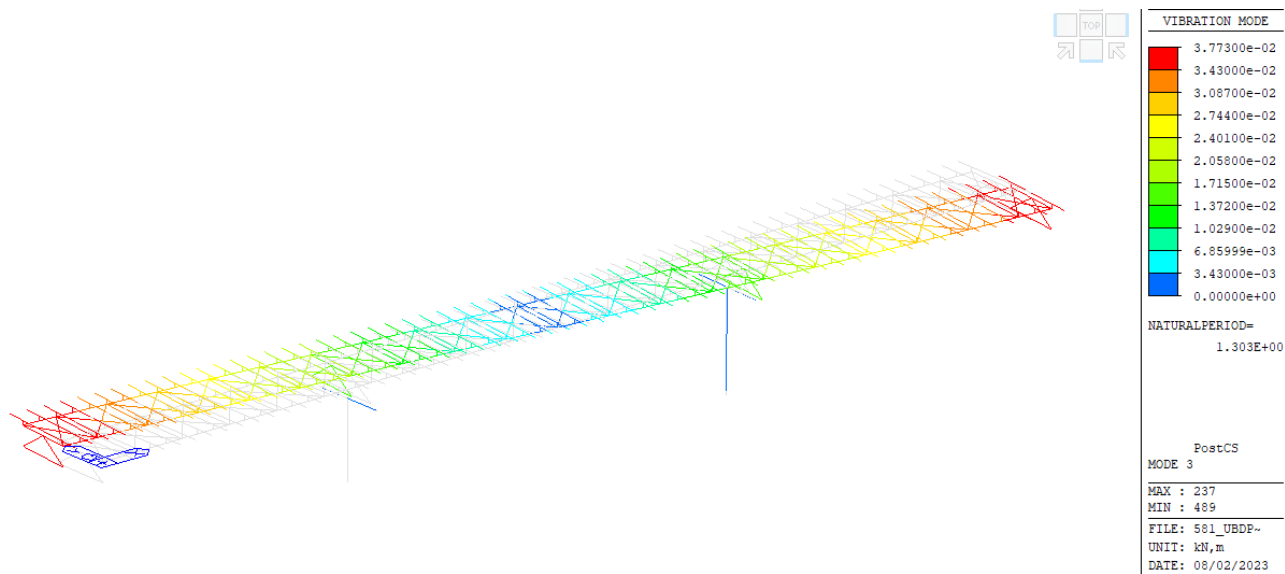
Si illustrano le deformate associate ai modi di vibrare piani più significativi, determinati mediante l'analisi modale:



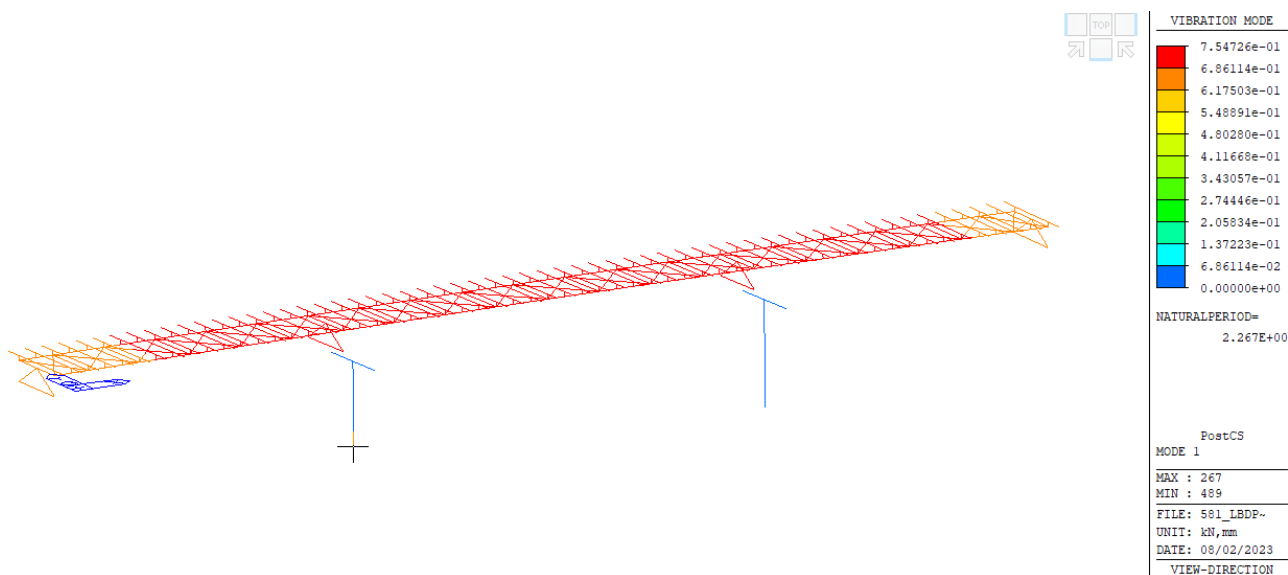
UBDP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=1.69 s



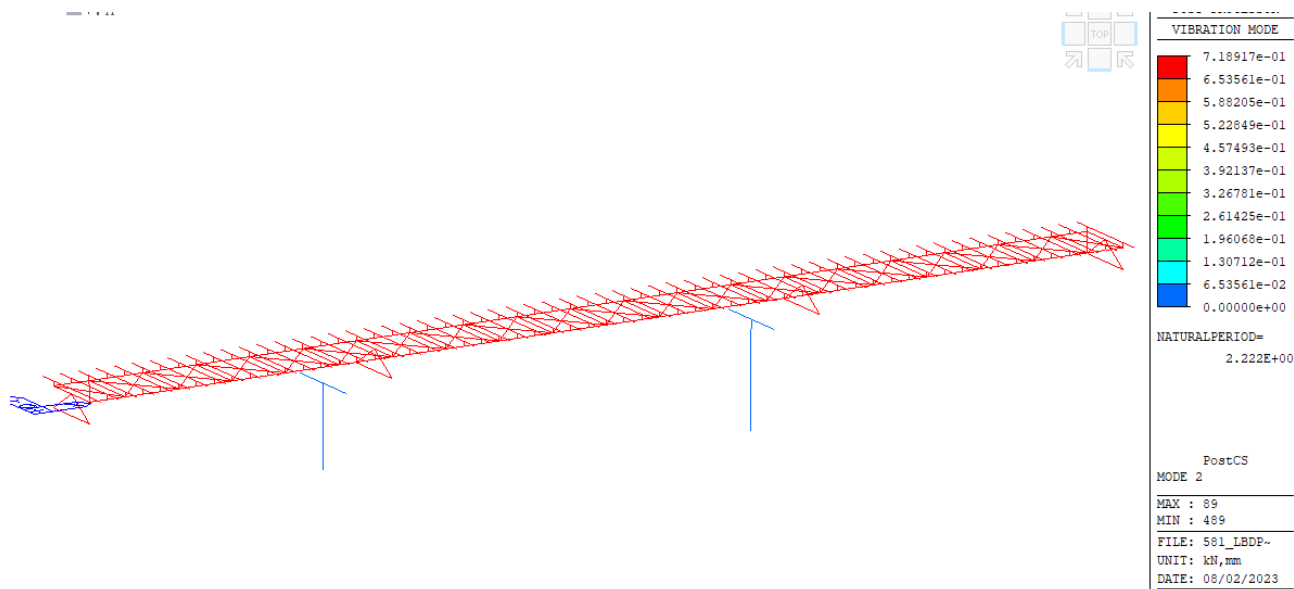
UBDP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=1.63 s



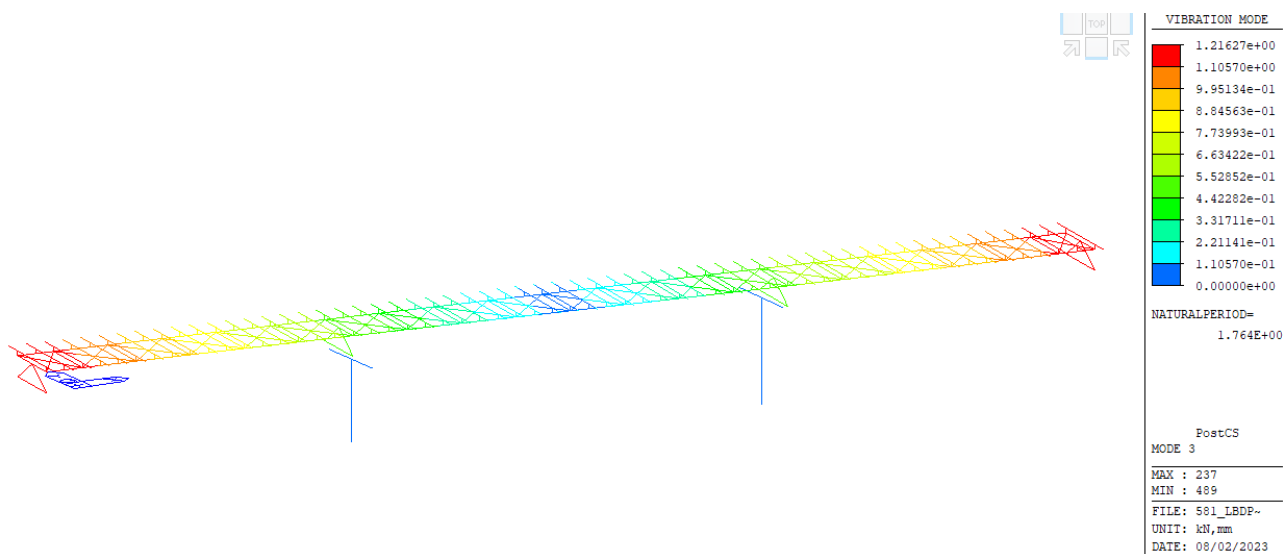
UBDP - Modo di vibrare n.3 - Rotazionale in Z - T=1.3 s



LBDP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=2.26s



LBDP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=2.22 s



LBDP - Modo di vibrare n.3 - Rotazionale in Z - T=1.76 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 PARTICIPATION MASSES PRINTOUT					
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	
1	0.00	0.00	78.65	78.65	
2	78.68	78.68	0.00	78.65	
3	0.00	78.68	0.00	78.65	
4	0.00	78.68	0.13	78.77	
5	0.00	78.68	0.00	78.77	
6	0.00	78.68	0.01	78.78	
7	0.00	78.68	0.07	78.85	
8	0.00	78.68	0.00	78.85	
9	0.00	78.68	0.01	78.86	
10	0.00	78.68	0.33	79.18	
11	0.00	78.68	0.00	79.18	
12	0.00	78.68	0.92	80.10	
13	0.00	78.68	0.00	80.10	
14	0.00	78.68	0.00	80.10	
15	8.59	87.27	0.00	80.10	
16	0.00	87.27	5.92	86.02	
17	0.00	87.27	0.00	86.03	
18	0.00	87.27	0.38	86.40	
19	0.00	87.27	0.02	86.42	
20	0.00	87.27	0.00	86.42	
21	7.82	95.10	0.00	86.42	
22	0.00	95.10	0.00	86.42	
23	0.00	95.10	0.00	86.42	
24	0.00	95.10	1.14	87.56	
25	0.00	95.10	0.01	87.57	
26	0.00	95.10	0.06	87.63	
27	0.00	95.10	0.00	87.63	
28	0.00	95.10	0.02	87.65	
29	0.00	95.10	5.02	92.67	
30	0.00	95.10	0.07	92.74	
31	0.00	95.10	0.00	92.74	
32	0.00	95.10	0.00	92.74	
33	0.00	95.10	0.00	92.74	
34	0.00	95.10	0.00	92.74	
35	0.00	95.10	0.00	92.74	
36	0.00	95.10	0.04	92.78	
37	0.00	95.10	0.00	92.78	

38	0.00	95.10	0.00	92.78
39	0.00	95.10	0.00	92.78
40	0.00	95.10	0.00	92.78

14. APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI

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

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

$$N_{\max} \text{ (spalla)} = 3332 \text{ kN} \quad (\text{COMB.SLU})$$

$$N_{\max} \text{ (pila)} = 8536 \text{ kN} \quad (\text{COMB.SLU})$$

Si adottano apparecchi tipo FIP SI H 500-105 sulle pile e SI H 450/102 sulle spalle.

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 comb	Dy comb	Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	Dx comb	Dy comb	Δtot(mm)	temperat	Δmax(mm)
489	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	481	sismax	168.4	0.0	169.0	46.7	175.3	20.3	195.6
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	1.8	155.7	52.3	155.7	164.3	20.3	184.6
491	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	483	sismax	168.4	0.0	169.0	46.7	175.3	20.3	195.6
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	1.8	155.7	52.3	155.7	164.3	20.3	184.6
485	sismax	2.6	0.0	2.6	0.7	477	sismax	168.7	0.0	169.0	51.7	174.0	7.9	181.9
	sismay	0.0	2.4	0.8	2.4		sismay	1.0	172.5	51.6	172.5	177.5	7.9	185.4
487	sismax	2.6	0.0	2.6	0.7	479	sismax	168.7	0.0	169.0	51.7	174.0	7.9	181.9
	sismay	0.0	2.4	0.8	2.4		sismay	1.0	172.5	51.6	172.5	177.5	7.9	185.4
486	sismax	5.8	0.0	5.8	1.4	478	sismax	168.7	0.0	168.9	51.9	170.8	7.9	178.7
	sismay	0.0	4.7	1.7	4.7		sismay	0.9	173.0	51.5	173.0	175.5	7.9	183.5
488	sismax	5.8	0.0	5.8	1.4	480	sismax	168.7	0.0	168.9	51.9	170.8	7.9	178.7
	sismay	0.0	4.7	1.7	4.7		sismay	0.9	173.0	51.5	173.0	175.5	7.9	183.5
490	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	482	sismax	168.4	0.0	169.0	47.3	175.5	20.3	195.8
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	1.7	157.7	52.3	157.7	166.2	20.3	186.5
492	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	484	sismax	168.4	0.0	169.0	47.3	175.5	20.3	195.8
	sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	1.7	157.7	52.3	157.7	166.2	20.3	186.5

Si è pertanto ottenuto:

$$\delta_{\text{SIS}} = \pm 175.3 \text{ mm} \quad \text{SISMA SLC}$$

$$0.50 \times \delta_T = \pm 20.3 \text{ mm}$$

da cui:

$$\delta_{\text{TOT}} = \delta_{\text{SIS}} + 0.50\delta_T = 175.3 + 20.3 = \pm 195.6 \text{ mm}$$

Si adottano pertanto giunti con capacità di scorrimento superiore a $\pm 200 \text{ mm}$.

15. STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO

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

$$\delta_{z2} = 60\text{mm} < L/400=120\text{mm} \quad (\text{soli carichi da traffico})$$

spostamenti compatibili con la tipologia di struttura in esame.

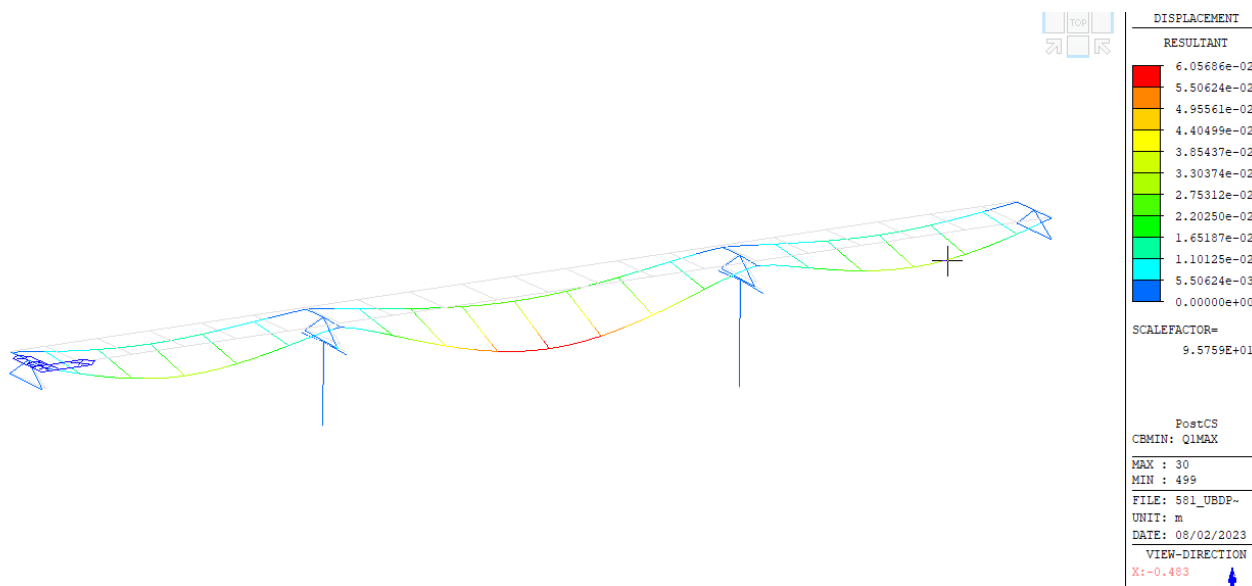


Figura 6 DZ2 Carichi traffico

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 dei 58 elementi che compongono la travata più caricata, per i conci più significativi di mezzzeria 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-clc.
- $\epsilon 4$ 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:

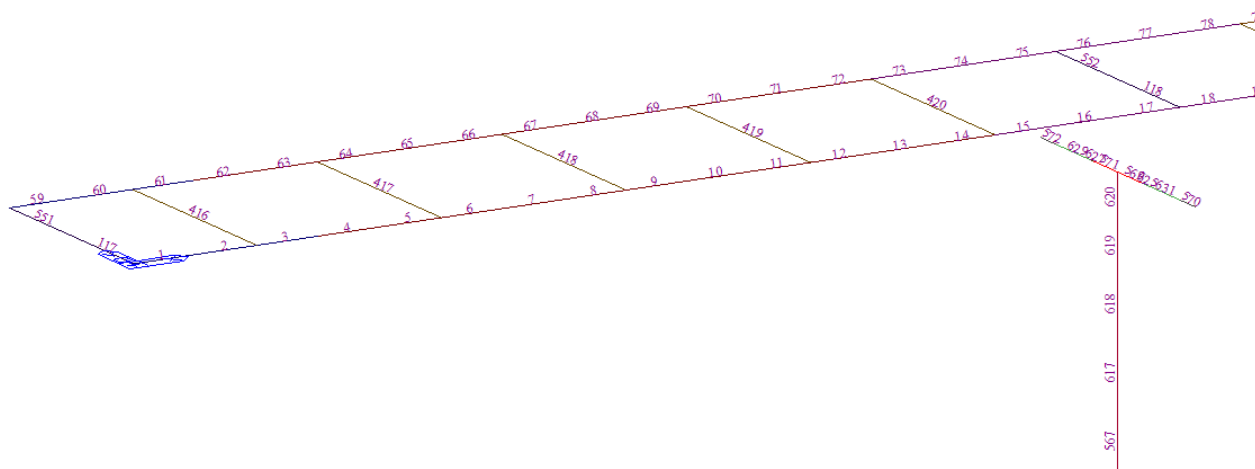
```
NAME=SLU1, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
      CBS, vento, 0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU2, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
      CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
      CBS, 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
```

```

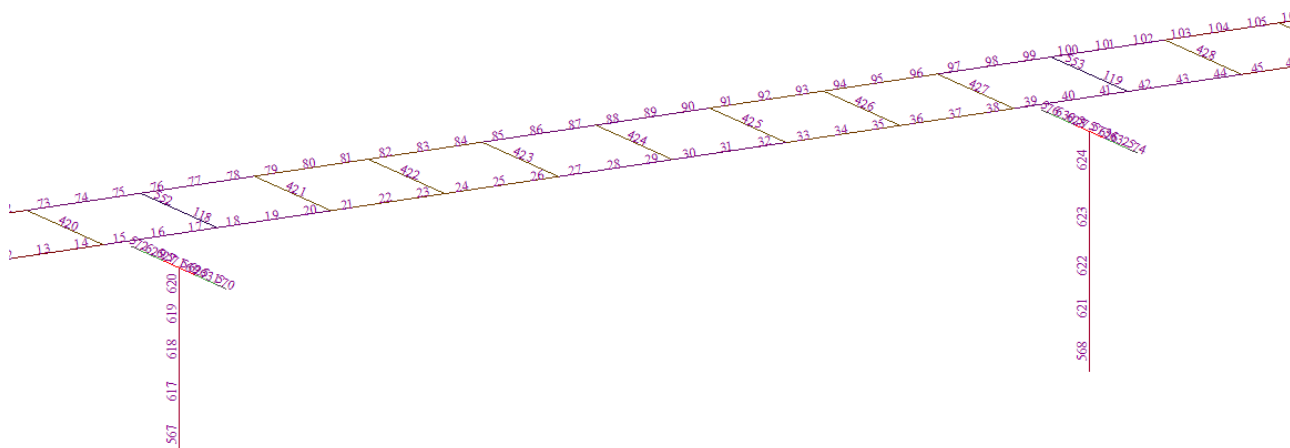
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
CBS, dt2, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU11, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
CBS, dt1, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU12, STEEL, STRENGTH, 0, 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

```

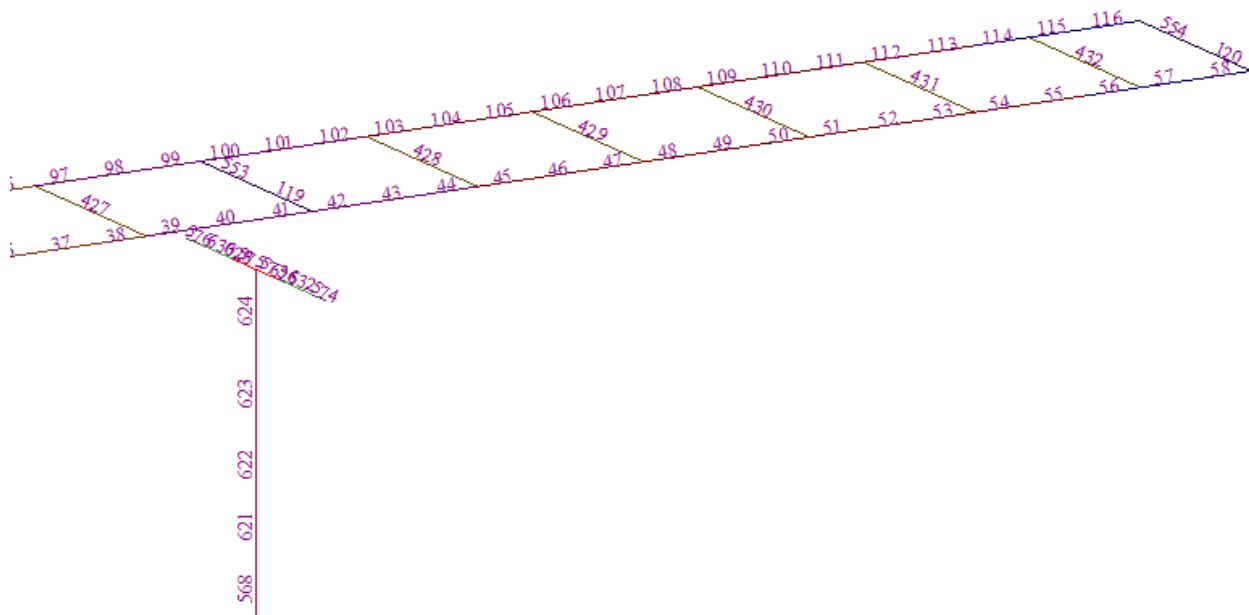

Si riportano di seguito le schermate con la posizione degli elementi di impalcato.



Prima campata



Seconda campata



Terza campata

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	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1	4646	38085	30037	38085	C 1	0.12	0.15
1	J[2]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	J[2]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1664	8627	38085	29384	38085	C 1	0.27	0.35
2	I[2]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	I[2]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1664	8627	38085	29384	38085	C 1	0.27	0.35
2	J[3]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
2	J[3]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3011	12035	38085	28855	38085	C 1	0.40	0.52
3	I[3]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	I[3]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3011	11854	38085	28855	38085	C 1	0.39	0.52

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

3	J[4]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
3	J[4]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4043	14636	38085	2845 0	38085	C 1	0.49	0.66	
4	I[4]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	I[4]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4043	14627	42589	3347 5	42589	C 2	0.44	0.56	
4	J[5]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
4	J[5]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4760	16787	42589	3321 3	42589	C 2	0.51	0.65	
5	I[5]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	I[5]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4760	16787	42589	3321 3	42589	C 2	0.51	0.65	
5	J[6]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	J[6]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5161	18335	42589	3306 6	42589	C 2	0.55	0.71	
6	I[6]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
6	I[6]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5161	18307	42589	3306 6	42589	C 2	0.55	0.71	
6	J[7]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
6	J[7]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5247	19277	42589	3303 4	42589	C 2	0.58	0.74	
7	I[7]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
7	I[7]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5247	19277	42589	3303 4	42589	C 2	0.58	0.74	
7	J[8]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3716	-764	29754	2446 4	24464	C 2	0.12	0.12	
7	J[8]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5017	19662	42589	3311 8	42589	C 2	0.58	0.75	
8	I[8]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3716	-764	29754	2446 4	24464	C 2	0.12	0.12	
8	I[8]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	5017	19662	42589	3311 8	42589	C 2	0.58	0.75	
8	J[9]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3313	-1777	29754	2446 4	24464	C 2	0.06	0.06	
8	J[9]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4472	19479	42589	3331 8	42589	C 2	0.56	0.72	
9	I[9]	Ne g	SLU6	FX-MIN	1	1	4	4	3313	-1073	36491	2850 3	28503	C 3	0.08	0.08	
9	I[9]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	4472	19502	44699	3466 6	44699	C 3	0.54	0.69	
9	J[10]	Ne g	SLU5	FX-MIN	1	1	3	2	2675	-315	29892	3027 0	29892	C 3	0.08	0.08	
9	J[10]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	3612	18846	44699	3494 0	44699	C 3	0.50	0.64	
10	I[10]	Ne g	SLU5	FX-MIN	1	1	3	2	2675	-315	29892	3027 0	29892	C 3	0.08	0.08	
10	I[10]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	3612	18846	44699	3494 0	44699	C 3	0.50	0.64	
10	J[11]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1804	-4092	36491	2866 3	28663	C 3	0.08	0.08	
10	J[11]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	2436	17647	44699	3531 3	44699	C 3	0.45	0.57	
11	I[11]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1804	-4092	36491	2866 3	28663	C 3	0.08	0.08	
11	I[11]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	2436	17647	44699	3531 3	44699	C 3	0.45	0.57	
11	J[12]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	700	-5395	36491	2878 0	28780	C 3	0.16	0.16	
11	J[12]	Pos Ne g	SLU13	MY- MAX	1	1	1	1	944	15923	44699	3578 7	44699	C 3	0.38	0.47	

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

12	I[12]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	700	-5386	36491	28780	28780	C3	0.16	0.16
12	I[12]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	944	15959	44699	35787	44699	C3	0.38	0.47
12	J[13]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	-639	-6796	36491	28817	28817	C3	0.26	0.26
12	J[13]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-862	13757	44699	36361	44699	C3	0.29	0.35
13	I[13]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	-639	-6796	36491	28817	28817	C3	0.26	0.26
13	I[13]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-862	13757	44699	36361	44699	C3	0.29	0.35
13	J[14]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2985	-8307	36491	28682	28682	C3	0.39	0.39
13	J[14]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-2211	10947	44699	36789	44699	C3	0.20	0.24
14	I[14]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2985	-8307	36491	28682	28682	C3	0.39	0.39
14	I[14]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-2211	10947	44699	36789	44699	C3	0.20	0.24
14	J[15]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-5422	-10300	36491	28541	28541	C3	0.55	0.55
14	J[15]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-4016	8201	44699	37362	44699	C3	0.09	0.11
15	I[15]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-5422	-14724	55716	44545	44545	C4	0.45	0.45
15	I[15]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-4016	4573	58509	54645	54645	C4	0.01	0.01
15	J[16]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-8171	-17194	55716	46141	46141	C4	0.55	0.55
15	J[16]	Pos	SLU5	FX-MAX	1	3	3	3	-6053	516	58509	55283	55283	C4	0.10	0.10
16	I[16]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-8171	-17194	55716	46141	46141	C4	0.55	0.55
16	I[16]	Pos	SLU5	FX-MAX	1	3	3	3	-6053	516	58509	55283	55283	C4	0.10	0.10
16	J[17]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-11236	-20376	55716	45624	45624	C4	0.69	0.69
16	J[17]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	I[17]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-11236	-20376	55716	45624	45624	C4	0.69	0.69
17	I[17]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	J[18]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-14616	-24175	55716	45054	45054	C4	0.86	0.86
17	J[18]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	I[18]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-14615	-24344	55716	45054	45054	C4	0.86	0.86
18	I[18]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
18	J[19]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-10991	-19369	55716	45666	45666	C4	0.66	0.66
18	J[19]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	I[19]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-10991	-19369	55716	45666	45666	C4	0.66	0.66
19	I[19]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
19	J[20]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-7683	-15945	55716	46224	46224	C4	0.51	0.51
19	J[20]	Pos	SLU5	MY-MAX	1	3	3	3	-5691	305	58509	55169	55169	C4	0.10	0.10
20	I[20]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-7683	-15945	55716	46224	46224	C4	0.51	0.51
20	I[20]	Pos	SLU5	MY-MAX	1	3	3	3	-5691	305	58509	55169	55169	C4	0.10	0.10
20	J[21]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-4690	-13268	55716	44645	44645	C4	0.40	0.40
20	J[21]	Pos	SLU15	MY-	1	3	3	3	-3474	3927	58509	5447	54475	C	0.01	0.01

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

				MAX							5		4		
21	I[21]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-4691	-8801	39162	32306	C	0.42	0.42
21	I[21]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-3475	7608	49170	41268	C	0.08	0.10
21	J[22]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2010	-6723	39162	32520	C	0.27	0.27
21	J[22]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-1489	10216	49170	40620	C	0.18	0.21
22	I[22]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2010	-6723	39162	32520	C	0.27	0.27
22	I[22]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-1489	10216	49170	40620	C	0.18	0.21
22	J[23]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	263.9	-5667	39162	32659	C	0.17	0.17
22	J[23]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	356.2	13474	49170	40018	C	0.28	0.35
23	I[23]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	263.9	-5667	39162	32659	C	0.17	0.17
23	I[23]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	356.2	13474	49170	40018	C	0.28	0.35
23	J[24]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1783	-4863	39162	32531	C	0.09	0.09
23	J[24]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2407	16336	49170	39348	C	0.38	0.48
24	I[24]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1783	-4861	39162	32531	C	0.09	0.09
24	I[24]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2407	16270	49170	39348	C	0.38	0.47
24	J[25]	Ne g	SLU2	MX-MIN	1	1	3	2	4142	-394	33216	35698	C	0.11	0.10
24	J[25]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4142	18722	49170	38782	C	0.46	0.59
25	I[25]	Ne g	SLU2	MX-MIN	1	1	3	2	4142	-394	33216	35698	C	0.11	0.10
25	I[25]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4142	18722	49170	38782	C	0.46	0.59
25	J[26]	Ne g	SLU2	MZ-MAX	1	1	3	2	5561	-569.2	33216	35698	C	0.15	0.14
25	J[26]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5561	20725	49170	38318	C	0.53	0.69
26	I[26]	Ne g	SLU2	MZ-MAX	1	1	3	2	5561	-569.2	33216	35698	C	0.15	0.14
26	I[26]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5561	20725	49170	38318	C	0.53	0.69
26	J[27]	Ne g	SLU6	MX-MIN	1	1	3	2	4938	-918.3	33216	35698	C	0.12	0.11
26	J[27]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6666	22271	49170	37958	C	0.59	0.76
27	I[27]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4938	-3069	36604	33123	C	0.06	0.06
27	I[27]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6666	22251	46389	36446	C	0.62	0.79
27	J[28]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5522	-2662	36604	33123	C	0.09	0.09
27	J[28]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7455	23358	46389	36228	C	0.66	0.85
28	I[28]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5522	-2662	36604	33123	C	0.09	0.09
28	I[28]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7455	23358	46389	36228	C	0.66	0.85
28	J[29]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5873	-2349	36604	33123	C	0.11	0.11
28	J[29]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7928	23992	46389	36097	C	0.69	0.88
29	I[29]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5873	-2349	36604	33123	C	0.11	0.11
29	I[29]	Pos	SLU13	MY-	1	1	1	1	7928	23992	46389	3609	C	0.69	0.88

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

				MAX							7		6		
29	J[30]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5990	-2132	36604	33123	C	0.12	0.12
29	J[30]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8086	24153	46389	36053	C	0.69	0.89
30	I[30]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5990	-2135	36604	33123	C	0.12	0.12
30	I[30]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8086	24152	46389	36053	C	0.69	0.89
30	J[31]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5873	-2318	36604	33123	C	0.11	0.11
30	J[31]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7928	23892	46389	36096	C	0.69	0.88
31	I[31]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5873	-2318	36604	33123	C	0.11	0.11
31	I[31]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7928	23892	46389	36096	C	0.69	0.88
31	J[32]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5523	-2601	36604	33123	C	0.09	0.09
31	J[32]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7456	23159	46389	36227	C	0.66	0.85
32	I[32]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5523	-2601	36604	33123	C	0.09	0.09
32	I[32]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7456	23159	46389	36227	C	0.66	0.85
32	J[33]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4939	-2979	36604	33123	C	0.06	0.06
32	J[33]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6667	21952	46389	36446	C	0.62	0.79
33	I[33]	Ne g	SLU6	MX-MAX	1	1	3	2	4939	-754.7	33216	35698	C	0.13	0.12
33	I[33]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6667	21972	49170	37957	C	0.58	0.75
33	J[34]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4121	-3444	39162	35503	C	0.02	0.02
33	J[34]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5563	20327	49170	38318	C	0.53	0.68
34	I[34]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4121	-3444	39162	35503	C	0.02	0.02
34	I[34]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5563	20327	49170	38318	C	0.53	0.68
34	J[35]	Ne g	SLU2	MX-MAX	1	1	3	2	4144	-184.9	33216	35698	C	0.12	0.11
34	J[35]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4144	18292	49170	38781	C	0.46	0.58
35	I[35]	Ne g	SLU2	MX-MAX	1	1	3	2	4144	-184.9	33216	35698	C	0.12	0.11
35	I[35]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4144	18292	49170	38781	C	0.46	0.58
35	J[36]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1785	-4796	39162	32531	C	0.09	0.09
35	J[36]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2410	15809	49170	39347	C	0.37	0.46
36	I[36]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1785	-4798	39162	32531	C	0.09	0.09
36	I[36]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2410	15874	49170	39347	C	0.37	0.46
36	J[37]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	266.5	-5628	39162	32659	C	0.16	0.16
36	J[37]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	359.8	12979	49170	40016	C	0.27	0.33
37	I[37]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	266.5	-5628	39162	32659	C	0.16	0.16
37	I[37]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	359.8	12979	49170	40016	C	0.27	0.33
37	J[38]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2006	-6710	39162	32521	C	0.27	0.27
37	J[38]	Pos	SLU15	MY-	1	1	1	1	-1486	9778	49170	4061	C	0.17	0.20

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

				MAX								9		5		
38	I[38]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2006	-6710	39162	3252 1	32521	C 5	0.27	0.27
38	I[38]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	1	1	1	-1486	9778	49170	4061 9	49170	C 5	0.17	0.20
38	J[39]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-4686	-8816	39162	3230 6	32306	C 5	0.42	0.42
38	J[39]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	1	1	1	-3471	7141	49170	4126 7	49170	C 5	0.07	0.09
39	I[39]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-4685	-13285	55716	4464 6	44646	C 4	0.40	0.40
39	I[39]	Pos	SLU1	FX-MAX	1	3	3	3	-4685	98.13	58509	5485 5	54855	C 4	0.08	0.08
39	J[40]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-7678	-15990	55716	4622 5	46225	C 4	0.51	0.51
39	J[40]	Pos	SLU15	FX-MAX	1	3	3	3	-5687	118.8	58509	5516 8	55168	C 4	0.10	0.10
40	I[40]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-7678	-15990	55716	4622 5	46225	C 4	0.51	0.51
40	I[40]	Pos	SLU15	FX-MAX	1	3	3	3	-5687	118.8	58509	5516 8	55168	C 4	0.10	0.10
40	J[41]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-10985	-19438	55716	4566 7	45667	C 4	0.67	0.67
40	J[41]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
41	I[41]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-10985	-19438	55716	4566 7	45667	C 4	0.67	0.67
41	I[41]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
41	J[42]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-14609	-24441	55716	4505 5	45055	C 4	0.87	0.87
41	J[42]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
42	I[42]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-14610	-24269	55716	4505 5	45055	C 4	0.86	0.86
42	I[42]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
42	J[43]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-11230	-20469	55716	4562 5	45625	C 4	0.69	0.69
42	J[43]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
43	I[43]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-11230	-20469	55716	4562 5	45625	C 4	0.69	0.69
43	I[43]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
43	J[44]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-8166	-17285	55716	4614 2	46142	C 4	0.55	0.55
43	J[44]	Pos	SLU5	MY- MAX	1	3	3	3	-6049	351.2	58509	5528 1	55281	C 4	0.10	0.10
44	I[44]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-8166	-17285	55716	4614 2	46142	C 4	0.55	0.55
44	I[44]	Pos	SLU5	MY- MAX	1	3	3	3	-6049	351.2	58509	5528 1	55281	C 4	0.10	0.10
44	J[45]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-5417	-14813	55716	4454 6	44546	C 4	0.45	0.45
44	J[45]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	3	3	3	-4012	4120	58509	5464 4	54644	C 4	0.00	0.00
45	I[45]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-5417	-10387	36491	2854 1	28541	C 3	0.55	0.55
45	I[45]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	1	1	1	-4013	7749	44699	3736 1	44699	C 3	0.08	0.10
45	J[46]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2980	-8389	36491	2868 2	28682	C 3	0.40	0.40
45	J[46]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	1	1	1	-2207	10527	44699	3678 8	44699	C 3	0.19	0.23
46	I[46]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-2980	-8389	36491	2868 2	28682	C 3	0.40	0.40
46	I[46]	Pos	SLU15	MY- MAX	1	1	1	1	-2207	10527	44699	3678 8	44699	C 3	0.19	0.23
46	J[47]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	-635.6	-6857	36491	2881 7	28817	C 3	0.26	0.26

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

46	J[47]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-858.1	13289	44699	36359	44699	C3	0.28	0.34
47	I[47]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	-635.6	-6857	36491	28817	28817	C3	0.26	0.26
47	I[47]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-858.1	13289	44699	36359	44699	C3	0.28	0.34
47	J[48]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	702.4	-5443	36491	28780	28780	C3	0.16	0.16
47	J[48]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	948.3	15529	44699	35786	44699	C3	0.37	0.46
48	I[48]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	702.4	-5450	36491	28780	28780	C3	0.16	0.16
48	I[48]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	948.3	15495	44699	35786	44699	C3	0.37	0.46
48	J[49]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1807	-4144	36491	28663	28663	C3	0.08	0.08
48	J[49]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2439	17257	44699	35312	44699	C3	0.44	0.56
49	I[49]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1807	-4144	36491	28663	28663	C3	0.08	0.08
49	I[49]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2439	17257	44699	35312	44699	C3	0.44	0.56
49	J[50]	Ne g	SLU15	MY-MIN	1	1	3	2	2678	-13.1	29892	30271	29892	C3	0.09	0.09
49	J[50]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3615	18495	44699	34939	44699	C3	0.49	0.63
50	I[50]	Ne g	SLU15	MY-MIN	1	1	3	2	2678	-13.1	29892	30271	29892	C3	0.09	0.09
50	I[50]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3615	18495	44699	34939	44699	C3	0.49	0.63
50	J[51]	Ne g	SLU6	FX-MIN	1	1	4	4	3315	-1061	36491	28503	28503	C3	0.08	0.08
50	J[51]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4475	19190	44699	34666	44699	C3	0.53	0.68
51	I[51]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3315	-1818	29754	24464	24464	C2	0.06	0.06
51	I[51]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4475	19168	42589	33317	42589	C2	0.56	0.71
51	J[52]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3718	-800.7	29754	24464	24464	C2	0.12	0.12
51	J[52]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5019	19390	42589	33118	42589	C2	0.57	0.74
52	I[52]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	3718	-800.7	29754	24464	24464	C2	0.12	0.12
52	I[52]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5019	19390	42589	33118	42589	C2	0.57	0.74
52	J[53]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
52	J[53]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5249	19045	42589	33034	42589	C2	0.57	0.74
53	I[53]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
53	I[53]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5249	19045	42589	33034	42589	C2	0.57	0.74
53	J[54]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
53	J[54]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5163	18113	42589	33065	42589	C2	0.55	0.70
54	I[54]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
54	I[54]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5163	18142	42589	33065	42589	C2	0.55	0.70
54	J[55]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
54	J[55]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4761	16633	42589	33212	42589	C2	0.50	0.64
55	I[55]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



55	I[55]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4761	16633	42589	3321 2	42589	C 2	0.50	0.64
55	J[56]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
55	J[56]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4044	14513	42589	3347 5	42589	C 2	0.44	0.55
56	I[56]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
56	I[56]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	4044	14521	38085	2844 9	38085	C 1	0.49	0.65
56	J[57]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
56	J[57]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3012	11779	38085	2885 5	38085	C 1	0.39	0.51
57	I[57]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
57	I[57]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3012	11960	38085	2885 5	38085	C 1	0.39	0.52
57	J[58]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
57	J[58]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1664	8592	38085	2938 4	38085	C 1	0.27	0.35
58	I[58]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
58	I[58]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1664	8592	38085	2938 4	38085	C 1	0.27	0.35
58	J[59]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
58	J[59]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	0.624	4645	38085	3003 7	38085	C 1	0.12	0.15

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)

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.

$$\overline{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}} \right) \left(\overline{\eta}_3 - 1 \right)^2 \leq 1.0 \quad (3.52)$$

EN1993-1-1:
7.1(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	258	4577	-2884	10025	4917	C1	0.59 ok
1	J[2]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	258	33947	-2838	10025	4917	C1	0.58 ok
2	I[2]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	260	33682	-2490	10025	4917	C1	0.51 ok
2	J[3]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	260	57762	-2445	10025	4917	C1	0.50 ok
3	I[3]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	612	56998	-2111	10025	4917	C1	0.43 ok
3	J[4]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	612	75823	-2066	10025	4917	C1	0.42 ok
4	I[4]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	614	79986	-1733	8981	4106	C2	0.42 ok
4	J[5]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	614	94452	-1688	8981	4106	C2	0.41 ok
5	I[5]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	608	93346	-1364	8981	4106	C2	0.33 ok
5	J[6]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	608	102184	-1318	8981	4106	C2	0.32 ok
6	I[6]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	659	100846	-1014	8981	4106	C2	0.25 ok
6	J[7]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	659	104094	-968	8981	4106	C2	0.24 ok
7	I[7]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-310	99269	1021	8981	4106	C2	0.25 ok
7	J[8]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-310	93686	1067	8981	4106	C2	0.26 ok
8	I[8]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-291	95510	1368	8981	4106	C2	0.33 ok
8	J[9]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-291	84345	1413	8981	4106	C2	0.34 ok
9	I[9]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-329	74532	1708	9932	4902	C3	0.35 ok
9	J[10]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-329	60017	1753	9932	4902	C3	0.36 ok
10	I[10]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-310	61606	2060	9932	4902	C3	0.42 ok
10	J[11]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-310	42309	2106	9932	4902	C3	0.43 ok
11	I[11]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-299	43772	2417	9932	4902	C3	0.49 ok
11	J[12]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-299	19688	2462	9932	4902	C3	0.50 ok
12	I[12]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-390	21066	2768	9932	4902	C3	0.56 ok
12	J[13]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-390	7796	2813	9932	4902	C3	0.57 ok
13	I[13]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-381	6592	3128	9932	4902	C3	0.64 ok
13	J[14]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-381	40250	3173	9932	4902	C3	0.65 ok
14	I[14]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-379	39166	3490	9932	4902	C3	0.71 ok
14	J[15]	SLU14	FZ-MAX	1	3	4	4	-379	10248	3535	9932	4902	C3	0.72 ok
15	I[15]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-426	17188	3849	11862	6627	C4	0.58 ok
15	J[16]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-426	28018	3895	11862	6627	C4	0.59 ok
16	I[16]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-420	27126	4211	11862	6627	C4	0.64 ok
16	J[17]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-420	39041	4257	11862	6627	C4	0.64 ok
17	I[17]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-419	38187	4572	11862	10195	C4	0.45 ok
17	J[18]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-419	51186	4618	11862	10195	C4	0.45 ok
18	I[18]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-487.46	52592	-4784	11862	10195	C4	0.47 ok
18	J[19]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-487.46	38917	-4738	11862	10195	C4	0.46 ok
19	I[19]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-489.11	39899	-4432	11862	6627	C4	0.67 ok
19	J[20]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-489.11	27290	-4387	11862	6627	C4	0.66 ok
20	I[20]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-496.78	28273	-4080	11862	6627	C4	0.62 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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

20	J[21]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-496.78	16730	-4034	11862	6627	C4	0.61	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-406.16	10267	-3729	10925	5749	C5	0.65	ok
21	J[22]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-406.16	24017	-3684	10925	5749	C5	0.64	ok
22	I[22]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-407.85	25137	-3377	10925	5749	C5	0.59	ok
22	J[23]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-407.85	9188.1	-3331	10925	5749	C5	0.58	ok
23	I[23]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-416.11	7980.4	-3026	10925	5749	C5	0.53	ok
23	J[24]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-416.11	37922	-2981	10925	5749	C5	0.52	ok
24	I[24]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-286.65	36549	-2685	10925	5749	C5	0.47	ok
24	J[25]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-286.65	62127	-2640	10925	5749	C5	0.46	ok
25	I[25]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-295.99	60729	-2339	10925	5749	C5	0.41	ok
25	J[26]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-295.99	81932	-2293	10925	5749	C5	0.40	ok
26	I[26]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-312.8	80443	-1995	10925	5749	C5	0.35	ok
26	J[27]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-312.8	97278	-1950	10925	5749	C5	0.34	ok
27	I[27]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-243.08	97199	-1667	8981	4106	C6	0.41	ok
27	J[28]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-243.08	109878	-1621	8981	4106	C6	0.39	ok
28	I[28]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-259.29	108219	-1330	8981	4106	C6	0.32	ok
28	J[29]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-259.29	116468	-1284	8981	4106	C6	0.31	ok
29	I[29]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-282.62	114742	-997	8981	4106	C6	0.24	ok
29	J[30]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-282.62	118572	-952	8981	4106	C6	0.23	ok
30	I[30]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	740.07	124413	967	8981	4106	C6	0.24	ok
30	J[31]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	740.07	120558	1013	8981	4106	C6	0.25	ok
31	I[31]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	763.88	122285	1300	8981	4106	C6	0.32	ok
31	J[32]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	763.88	114010	1345	8981	4106	C6	0.33	ok
32	I[32]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	780.59	115670	1637	8981	4106	C6	0.40	ok
32	J[33]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	780.59	102966	1682	8981	4106	C6	0.41	ok
33	I[33]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-305.07	97473	1965	10925	5749	C5	0.34	ok
33	J[34]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-305.07	80614	2011	10925	5749	C5	0.35	ok
34	I[34]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-287.59	82104	2308	10925	5749	C5	0.40	ok
34	J[35]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-287.59	60944	2354	10925	5749	C5	0.41	ok
35	I[35]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-277.56	62343	2655	10925	5749	C5	0.46	ok
35	J[36]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-277.56	36808	2701	10925	5749	C5	0.47	ok
36	I[36]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-402.69	38181	2996	10925	5749	C5	0.52	ok
36	J[37]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-402.69	8282.6	3041	10925	5749	C5	0.53	ok
37	I[37]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-393.63	9491.2	3346	10925	5749	C5	0.58	ok
37	J[38]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-393.63	24790	3392	10925	5749	C5	0.59	ok
38	I[38]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-391.16	23669	3699	10925	5749	C5	0.64	ok
38	J[39]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-391.16	9925.6	3744	10925	5749	C5	0.65	ok
39	I[39]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-477.01	16389	4049	11862	6627	C4	0.61	ok
39	J[40]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-477.01	27893	4094	11862	6627	C4	0.62	ok
40	I[40]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-468.32	26909	4401	11862	6627	C4	0.66	ok
40	J[41]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-468.32	39480	4447	11862	6627	C4	0.67	ok
41	I[41]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-465.79	38496	4753	11862	10195	C4	0.47	ok
41	J[42]	SLU14	FZ-MAX	1	3	3	3	-465.79	52132	4799	11862	10195	C4	0.47	ok
42	I[42]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-408.29	52353	-4620	11862	10195	C4	0.45	ok
42	J[43]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-408.29	39286	-4574	11862	10195	C4	0.45	ok

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



43	I[43]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-409.94	40143	-4259	11862	6627	C4	0.64	ok
43	J[44]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-409.94	28159	-4213	11862	6627	C4	0.64	ok
44	I[44]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-417.52	29052	-3897	11862	6627	C4	0.59	ok
44	J[45]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-417.52	18154	-3851	11862	6627	C4	0.58	ok
45	I[45]	SLU14	FZ-MIN	1	3	4	4	-368.3	11220	-3538	9932	4902	C3	0.72	ok
45	J[46]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-368.3	40011	-3492	9932	4902	C3	0.71	ok
46	I[46]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-371.08	41095	-3176	9932	4902	C3	0.65	ok
46	J[47]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-371.08	7373.1	-3130	9932	4902	C3	0.64	ok
47	I[47]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-380.69	8578	-2816	9932	4902	C3	0.57	ok
47	J[48]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-380.69	20349	-2770	9932	4902	C3	0.57	ok
48	I[48]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-292.14	18970	-2465	9932	4902	C3	0.50	ok
48	J[49]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-292.14	43120	-2419	9932	4902	C3	0.49	ok
49	I[49]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-303.9	41657	-2109	9932	4902	C3	0.43	ok
49	J[50]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-303.9	61018	-2063	9932	4902	C3	0.42	ok
50	I[50]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-323.12	59428	-1756	9932	4902	C3	0.36	ok
50	J[51]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-323.12	74008	-1710	9932	4902	C3	0.35	ok
51	I[51]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-288.13	83829	-1416	8981	4106	C2	0.34	ok
51	J[52]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-288.13	95059	-1370	8981	4106	C2	0.33	ok
52	I[52]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-307.41	93234	-1069	8981	4106	C2	0.26	ok
52	J[53]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-307.41	98882	-1024	8981	4106	C2	0.25	ok
53	I[53]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	663.03	104276	949	8981	4106	C2	0.23	ok
53	J[54]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	663.03	100997	994	8981	4106	C2	0.24	ok
54	I[54]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	611.14	102336	1299	8981	4106	C2	0.32	ok
54	J[55]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	611.14	93468	1344	8981	4106	C2	0.33	ok
55	I[55]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	617.44	94574	1668	8981	4106	C2	0.41	ok
55	J[56]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	617.44	80077	1714	8981	4106	C2	0.42	ok
56	I[56]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	615.24	75913	2046	10025	4917	C1	0.42	ok
56	J[57]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	615.24	57057	2092	10025	4917	C1	0.43	ok
57	I[57]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	263.42	57822	2425	10025	4917	C1	0.49	ok
57	J[58]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	263.42	33712	2471	10025	4917	C1	0.50	ok
58	I[58]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	260.64	33977	2819	10025	4917	C1	0.57	ok
58	J[59]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	260.64	4582	2864	10025	4917	C1	0.58	ok

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}

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} \quad (3.56)$$

EN1994-2:
6.4.2(1)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1.0 \quad (3.57)$$

EN1993-1-
6.3.2.2

Elem	Part	Lcom	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]	SLU13	FZ-MAX	1	239	4638	87967	35385	61	0.13	C1	ok
1	J[2]	SLU13	MY-MAX	1	261	10291	87967	36294	71	0.29	C1	ok
2	I[2]	SLU13	MY-MAX	1	261	10291	87967	35487	62	0.29	C1	ok
2	J[3]	SLU13	MY-MAX	1	264	15046	87967	35487	62	0.43	C1	ok
3	I[3]	SLU13	MY-MAX	1	604	14865	73238	31058	39	0.49	C1	ok
3	J[4]	SLU13	MY-MAX	1	619	18679	73238	31058	39	0.61	C1	ok
4	I[4]	SLU13	MY-MAX	1	619	18670	79652	34483	51	0.55	C2	ok
4	J[5]	SLU13	MY-MAX	1	628	21547	79652	34483	51	0.63	C2	ok
5	I[5]	SLU13	MY-MAX	1	628	21547	79652	34326	49	0.64	C2	ok
5	J[6]	SLU13	MY-MAX	1	629	23496	79652	34326	49	0.69	C2	ok
6	I[6]	SLU13	MY-MAX	1	679	23467	79652	34226	48	0.69	C2	ok
6	J[7]	SLU13	MY-MAX	1	689	24524	79652	34226	48	0.73	C2	ok
7	I[7]	SLU13	MY-MAX	1	689	24524	79652	34159	47	0.73	C2	ok
7	J[8]	SLU13	MY-MAX	1	691	24679	79652	34159	47	0.73	C2	ok
8	I[8]	SLU13	MY-MAX	1	691	24679	79652	34199	48	0.73	C2	ok
8	J[9]	SLU13	MY-MAX	1	686	23951	79652	34199	48	0.71	C2	ok
9	I[9]	SLU13	MY-MAX	1	668	23974	98547	38236	59	0.63	C3	ok
9	J[10]	SLU13	MY-MAX	1	674	22457	98547	38236	59	0.59	C3	ok
10	I[10]	SLU13	MY-MAX	1	674	22457	98547	38344	61	0.59	C3	ok
10	J[11]	SLU13	MY-MAX	1	674	20082	98547	38344	61	0.53	C3	ok
11	I[11]	SLU13	MY-MAX	1	674	20082	98547	38510	63	0.53	C3	ok
11	J[12]	SLU13	MY-MAX	1	667	16868	98547	38510	63	0.44	C3	ok
12	I[12]	SLU13	MY-MAX	1	600	16903	98547	38781	65	0.44	C3	ok
12	J[13]	SLU13	MY-MAX	1	601	12895	98547	38781	65	0.34	C3	ok
13	I[13]	SLU13	MY-MAX	1	601	12895	98547	39315	70	0.33	C3	ok
13	J[14]	SLU14	MY-MIN	4	-554	-11291	33714	25446	36	0.46	C3	ok
14	I[14]	SLU14	MY-MIN	4	-554	-11291	33714	25281	34	0.46	C3	ok
14	J[15]	SLU14	MY-MIN	4	-550	-15722	33714	25157	34	0.64	C3	ok
15	I[15]	SLU14	MY-MIN	4	-505	-20145	57675	41589	86	0.49	C4	ok
15	J[16]	SLU4	MY-MIN	4	-925	-24148	57675	41261	86	0.60	C4	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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

16	I[16]	SLU4	MY-MIN	4	-925	-24148	57675	41230	86	0.60	C4	ok
16	J[17]	SLU14	MY-MIN	3	-499	-31612	57675	42571	86	0.75	C4	ok
17	I[17]	SLU14	MY-MIN	3	-499	-31612	57675	42534	85	0.75	C4	ok
17	J[18]	SLU14	MY-MIN	3	-493	-38791	57675	42003	85	0.93	C4	ok
18	I[18]	SLU14	MY-MIN	3	-524	-38959	57675	42099	87	0.93	C4	ok
18	J[19]	SLU14	MY-MIN	3	-530	-30360	57675	42671	87	0.72	C4	ok
19	I[19]	SLU14	MY-MIN	3	-530	-30360	57675	42689	87	0.72	C4	ok
19	J[20]	SLU4	MY-MIN	4	-1019	-22307	57675	41378	87	0.56	C4	ok
20	I[20]	SLU4	MY-MIN	4	-1019	-22307	57675	41428	88	0.56	C4	ok
20	J[21]	SLU14	MY-MIN	4	-553	-17958	57675	41774	88	0.44	C4	ok
21	I[21]	SLU14	MY-MIN	4	-547	-13492	37505	29642	43	0.47	C5	ok
21	J[22]	SLU14	MY-MIN	4	-569	-8733	37505	29839	43	0.31	C5	ok
22	I[22]	SLU14	MY-MIN	4	-569	-8733	37505	30068	45	0.31	C5	ok
22	J[23]	SLU13	MY-MAX	1	671.5	13830	99638	43273	88	0.33	C5	ok
23	I[23]	SLU13	MY-MAX	1	671.5	13830	99638	42679	81	0.33	C5	ok
23	J[24]	SLU13	MY-MAX	1	672.8	18743	99638	42679	81	0.45	C5	ok
24	I[24]	SLU13	MY-MAX	1	788.4	18677	99638	42360	78	0.45	C5	ok
24	J[25]	SLU13	MY-MAX	1	799.9	22863	99638	42360	78	0.55	C5	ok
25	I[25]	SLU13	MY-MAX	1	799.9	22863	99638	42171	76	0.55	C5	ok
25	J[26]	SLU13	MY-MAX	1	803.5	26287	99638	42171	76	0.63	C5	ok
26	I[26]	SLU13	MY-MAX	1	803.5	26287	99638	42051	74	0.63	C5	ok
26	J[27]	SLU13	MY-MAX	1	800.2	28937	99638	42051	74	0.70	C5	ok
27	I[27]	SLU13	MY-MAX	1	875	28916	106875	41368	72	0.71	C6	ok
27	J[28]	SLU13	MY-MAX	1	882.2	30812	106875	41368	72	0.75	C6	ok
28	I[28]	SLU13	MY-MAX	1	882.2	30812	106875	41319	71	0.75	C6	ok
28	J[29]	SLU13	MY-MAX	1	882.2	31920	106875	41319	71	0.78	C6	ok
29	I[29]	SLU13	MY-MAX	1	882.2	31920	106875	41285	70	0.78	C6	ok
29	J[30]	SLU13	MY-MAX	1	874.9	32238	106875	41285	70	0.79	C6	ok
30	I[30]	SLU13	MY-MAX	1	876.5	32238	106875	41289	70	0.79	C6	ok
30	J[31]	SLU13	MY-MAX	1	884.4	31821	106875	41289	70	0.78	C6	ok
31	I[31]	SLU13	MY-MAX	1	884.4	31821	106875	41324	71	0.78	C6	ok
31	J[32]	SLU13	MY-MAX	1	884.8	30614	106875	41324	71	0.75	C6	ok
32	I[32]	SLU13	MY-MAX	1	884.8	30614	106875	41375	72	0.75	C6	ok
32	J[33]	SLU13	MY-MAX	1	878	28619	106875	41375	72	0.70	C6	ok
33	I[33]	SLU13	MY-MAX	1	806.5	28639	99638	42063	74	0.69	C5	ok
33	J[34]	SLU13	MY-MAX	1	810.3	25890	99638	42063	74	0.62	C5	ok
34	I[34]	SLU13	MY-MAX	1	810.3	25890	99638	42181	76	0.62	C5	ok
34	J[35]	SLU13	MY-MAX	1	807.2	22436	99638	42181	76	0.54	C5	ok
35	I[35]	SLU13	MY-MAX	1	807.2	22436	99638	42378	78	0.54	C5	ok
35	J[36]	SLU13	MY-MAX	1	796.4	18219	99638	42378	78	0.44	C5	ok
36	I[36]	SLU13	MY-MAX	1	683.1	18283	99638	42714	82	0.43	C5	ok
36	J[37]	SLU13	MY-MAX	1	682.9	13339	99638	42714	82	0.32	C5	ok
37	I[37]	SLU13	MY-MAX	1	682.9	13339	99638	43350	89	0.31	C5	ok
37	J[38]	SLU14	MY-MIN	4	-564	-8715	37505	30080	45	0.30	C5	ok
38	I[38]	SLU14	MY-MIN	4	-564	-8715	37505	29844	43	0.31	C5	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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

38	J[39]	SLU14	MY-MIN	4	-540	-13503	37505	29647	43	0.47	C5	ok
39	I[39]	SLU14	MY-MIN	4	-545	-17971	57675	41777	88	0.44	C4	ok
39	J[40]	SLU4	MY-MIN	4	-1020	-22377	57675	41431	88	0.56	C4	ok
40	I[40]	SLU4	MY-MIN	4	-1020	-22377	57675	41379	87	0.56	C4	ok
40	J[41]	SLU14	MY-MIN	3	-523	-30424	57675	42691	87	0.72	C4	ok
41	I[41]	SLU14	MY-MIN	3	-523	-30424	57675	42672	87	0.72	C4	ok
41	J[42]	SLU14	MY-MIN	3	-511	-39049	57675	42100	87	0.94	C4	ok
42	I[42]	SLU14	MY-MIN	3	-479	-38879	57675	42003	85	0.93	C4	ok
42	J[43]	SLU14	MY-MIN	3	-487	-31699	57675	42534	85	0.75	C4	ok
43	I[43]	SLU14	MY-MIN	3	-487	-31699	57675	42571	86	0.75	C4	ok
43	J[44]	SLU4	MY-MIN	4	-926	-24264	57675	41229	86	0.60	C4	ok
44	I[44]	SLU4	MY-MIN	4	-926	-24264	57675	41259	86	0.60	C4	ok
44	J[45]	SLU14	MY-MIN	4	-496	-20230	57675	41588	86	0.50	C4	ok
45	I[45]	SLU14	MY-MIN	4	-543	-15804	33714	25154	34	0.64	C3	ok
45	J[46]	SLU14	MY-MIN	4	-547	-11369	33714	25278	34	0.47	C3	ok
46	I[46]	SLU14	MY-MIN	4	-547	-11369	33714	25442	36	0.46	C3	ok
46	J[47]	SLU13	MY-MAX	1	610.1	12431	98547	39386	71	0.32	C3	ok
47	I[47]	SLU13	MY-MAX	1	610.1	12431	98547	38814	65	0.33	C3	ok
47	J[48]	SLU13	MY-MAX	1	608.4	16478	98547	38814	65	0.43	C3	ok
48	I[48]	SLU13	MY-MAX	1	673.7	16443	98547	38527	63	0.43	C3	ok
48	J[49]	SLU13	MY-MAX	1	681	19696	98547	38527	63	0.52	C3	ok
49	I[49]	SLU13	MY-MAX	1	681	19696	98547	38354	61	0.52	C3	ok
49	J[50]	SLU13	MY-MAX	1	681	22110	98547	38354	61	0.58	C3	ok
50	I[50]	SLU13	MY-MAX	1	681	22110	98547	38242	59	0.59	C3	ok
50	J[51]	SLU13	MY-MAX	1	673.9	23665	98547	38242	59	0.63	C3	ok
51	I[51]	SLU13	MY-MAX	1	691	23642	79652	34204	48	0.70	C2	ok
51	J[52]	SLU13	MY-MAX	1	695.7	24410	79652	34204	48	0.72	C2	ok
52	I[52]	SLU13	MY-MAX	1	695.7	24410	79652	34158	47	0.72	C2	ok
52	J[53]	SLU13	MY-MAX	1	693.7	24293	79652	34158	47	0.72	C2	ok
53	I[53]	SLU13	MY-MAX	1	693.7	24293	79652	34223	48	0.72	C2	ok
53	J[54]	SLU13	MY-MAX	1	683.5	23275	79652	34223	48	0.69	C2	ok
54	I[54]	SLU13	MY-MAX	1	630.8	23305	79652	34323	49	0.69	C2	ok
54	J[55]	SLU13	MY-MAX	1	629.6	21394	79652	34323	49	0.63	C2	ok
55	I[55]	SLU13	MY-MAX	1	629.6	21394	79652	34480	51	0.63	C2	ok
55	J[56]	SLU13	MY-MAX	1	621.3	18557	79652	34480	51	0.55	C2	ok
56	I[56]	SLU13	MY-MAX	1	621.4	18566	73238	31055	39	0.61	C1	ok
56	J[57]	SLU13	MY-MAX	1	605.4	14790	73238	31055	39	0.48	C1	ok
57	I[57]	SLU13	MY-MAX	1	264.8	14972	87967	35484	62	0.42	C1	ok
57	J[58]	SLU13	MY-MAX	1	261.5	10256	87967	35484	62	0.29	C1	ok
58	I[58]	SLU13	FZ-MAX	1	261.5	10256	87967	36105	71	0.29	C1	ok
58	J[59]	SLU13	FZ-MIN	1	238.5	4637	87967	35367	61	0.13	C1	ok

16.1.1. VERIFICA CONNESSIONE TRAVE-SOLETTA

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.

s_c : 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.

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

Con:

V_{L,Ed}: Sforzo di scorrimento agente nella zona plasticizzata

PROGETTAZIONE ATI:

GP INGENGERIA
GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl



cooprogetti



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

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	Sezione	
1	I[1]	SLU13	FZ-MIN	-2030	940	82	1633	0.58	C1	ok
1	J[2]	SLU13	FZ-MIN	-2030	940	82	1633	0.58	C1	ok
2	I[2]	SLU13	FZ-MIN	-1794	830	82	1633	0.51	C1	ok
2	J[3]	SLU13	FZ-MIN	-1794	830	82	1633	0.51	C1	ok
3	I[3]	SLU13	FZ-MIN	-1572	728	82	1633	0.45	C1	ok
3	J[4]	SLU13	FZ-MIN	-1572	728	82	1633	0.45	C1	ok
4	I[4]	SLU13	FZ-MIN	-1352	609	82	1225	0.50	C2	ok
4	J[5]	SLU13	FZ-MIN	-1352	609	82	1225	0.50	C2	ok
5	I[5]	SLU13	FZ-MIN	-1140	514	82	1225	0.42	C2	ok
5	J[6]	SLU13	FZ-MIN	-1140	514	82	1225	0.42	C2	ok
6	I[6]	SLU13	FZ-MIN	-948	427	82	1225	0.35	C2	ok
6	J[7]	SLU13	FZ-MIN	-948	427	82	1225	0.35	C2	ok
7	I[7]	SLU14	FZ-MAX	929	419	82	1225	0.34	C2	ok
7	J[8]	SLU14	FZ-MAX	929	419	82	1225	0.34	C2	ok
8	I[8]	SLU14	FZ-MAX	1118	504	82	1225	0.41	C2	ok
8	J[9]	SLU14	FZ-MAX	1118	504	82	1225	0.41	C2	ok
9	I[9]	SLU14	FZ-MAX	1300	585	82	1225	0.48	C3	ok
9	J[10]	SLU14	FZ-MAX	1300	585	82	1225	0.48	C3	ok
10	I[10]	SLU14	FZ-MAX	1495	673	82	1225	0.55	C3	ok
10	J[11]	SLU14	FZ-MAX	1495	673	82	1225	0.55	C3	ok
11	I[11]	SLU14	FZ-MAX	1694	762	82	1225	0.62	C3	ok
11	J[12]	SLU14	FZ-MAX	1694	762	82	1225	0.62	C3	ok
12	I[12]	SLU14	FZ-MAX	1887	849	82	1225	0.69	C3	ok
12	J[13]	SLU14	FZ-MAX	1887	849	82	1225	0.69	C3	ok
13	I[13]	SLU14	FZ-MAX	2089	940	82	1225	0.77	C3	ok
13	J[14]	SLU14	FZ-MAX	2089	940	82	1225	0.77	C3	ok
14	I[14]	SLU14	FZ-MAX	2294	1032	82	1225	0.84	C3	ok
14	J[15]	SLU14	FZ-MAX	2294	1032	82	1225	0.84	C3	ok
15	I[15]	SLU14	FZ-MAX	2497	1069	82	1633	0.65	C4	ok
15	J[16]	SLU14	FZ-MAX	2497	1069	82	1633	0.65	C4	ok
16	I[16]	SLU14	FZ-MAX	2702	1157	82	1633	0.71	C4	ok
16	J[17]	SLU14	FZ-MAX	2702	1157	82	1633	0.71	C4	ok
17	I[17]	SLU14	FZ-MAX	2905	1244	82	1633	0.76	C4	ok
17	J[18]	SLU14	FZ-MAX	2905	1244	82	1633	0.76	C4	ok
18	I[18]	SLU14	FZ-MIN	-2949	1263	82	1633	0.77	C4	ok

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

18	J[19]	SLU14	FZ-MIN	-2949	1263	82	1633	0.77	C4	ok
19	I[19]	SLU14	FZ-MIN	-2755	1180	82	1633	0.72	C4	ok
19	J[20]	SLU14	FZ-MIN	-2755	1180	82	1633	0.72	C4	ok
20	I[20]	SLU14	FZ-MIN	-2560	1096	82	1633	0.67	C4	ok
20	J[21]	SLU14	FZ-MIN	-2560	1096	82	1633	0.67	C4	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MIN	-2366	1055	82	1225	0.86	C5	ok
21	J[22]	SLU14	FZ-MIN	-2366	1055	82	1225	0.86	C5	ok
22	I[22]	SLU14	FZ-MIN	-2171	968	82	1225	0.79	C5	ok
22	J[23]	SLU14	FZ-MIN	-2171	968	82	1225	0.79	C5	ok
23	I[23]	SLU14	FZ-MIN	-1978	882	82	1225	0.72	C5	ok
23	J[24]	SLU14	FZ-MIN	-1978	882	82	1225	0.72	C5	ok
24	I[24]	SLU14	FZ-MIN	-1795	800	82	1225	0.65	C5	ok
24	J[25]	SLU14	FZ-MIN	-1795	800	82	1225	0.65	C5	ok
25	I[25]	SLU14	FZ-MIN	-1606	716	82	1225	0.58	C5	ok
25	J[26]	SLU14	FZ-MIN	-1606	716	82	1225	0.58	C5	ok
26	I[26]	SLU14	FZ-MIN	-1421	633	82	1225	0.52	C5	ok
26	J[27]	SLU14	FZ-MIN	-1421	633	82	1225	0.52	C5	ok
27	I[27]	SLU14	FZ-MIN	-1250	547	82	1225	0.45	C6	ok
27	J[28]	SLU14	FZ-MIN	-1250	547	82	1225	0.45	C6	ok
28	I[28]	SLU14	FZ-MIN	-1070	468	82	1225	0.38	C6	ok
28	J[29]	SLU14	FZ-MIN	-1070	468	82	1225	0.38	C6	ok
29	I[29]	SLU14	FZ-MIN	-896	392	82	1225	0.32	C6	ok
29	J[30]	SLU14	FZ-MIN	-896	392	82	1225	0.32	C6	ok
30	I[30]	SLU13	FZ-MAX	912	399	82	1225	0.33	C6	ok
30	J[31]	SLU13	FZ-MAX	912	399	82	1225	0.33	C6	ok
31	I[31]	SLU13	FZ-MAX	1086	475	82	1225	0.39	C6	ok
31	J[32]	SLU13	FZ-MAX	1086	475	82	1225	0.39	C6	ok
32	I[32]	SLU13	FZ-MAX	1265	554	82	1225	0.45	C6	ok
32	J[33]	SLU13	FZ-MAX	1265	554	82	1225	0.45	C6	ok
33	I[33]	SLU14	FZ-MAX	1436	640	82	1225	0.52	C5	ok
33	J[34]	SLU14	FZ-MAX	1436	640	82	1225	0.52	C5	ok
34	I[34]	SLU14	FZ-MAX	1622	723	82	1225	0.59	C5	ok
34	J[35]	SLU14	FZ-MAX	1622	723	82	1225	0.59	C5	ok
35	I[35]	SLU14	FZ-MAX	1811	807	82	1225	0.66	C5	ok
35	J[36]	SLU14	FZ-MAX	1811	807	82	1225	0.66	C5	ok
36	I[36]	SLU14	FZ-MAX	1994	889	82	1225	0.73	C5	ok
36	J[37]	SLU14	FZ-MAX	1994	889	82	1225	0.73	C5	ok
37	I[37]	SLU14	FZ-MAX	2186	975	82	1225	0.80	C5	ok
37	J[38]	SLU14	FZ-MAX	2186	975	82	1225	0.80	C5	ok
38	I[38]	SLU14	FZ-MAX	2381	1062	82	1225	0.87	C5	ok
38	J[39]	SLU14	FZ-MAX	2381	1062	82	1225	0.87	C5	ok
39	I[39]	SLU14	FZ-MAX	2575	1103	82	1633	0.68	C4	ok
39	J[40]	SLU14	FZ-MAX	2575	1103	82	1633	0.68	C4	ok
40	I[40]	SLU14	FZ-MAX	2770	1186	82	1633	0.73	C4	ok
40	J[41]	SLU14	FZ-MAX	2770	1186	82	1633	0.73	C4	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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

41	I[41]	SLU14	FZ-MAX	2964	1269	82	1633	0.78	C4	ok
41	J[42]	SLU14	FZ-MAX	2964	1269	82	1633	0.78	C4	ok
42	I[42]	SLU14	FZ-MIN	-2907	1245	82	1633	0.76	C4	ok
42	J[43]	SLU14	FZ-MIN	-2907	1245	82	1633	0.76	C4	ok
43	I[43]	SLU14	FZ-MIN	-2704	1158	82	1633	0.71	C4	ok
43	J[44]	SLU14	FZ-MIN	-2704	1158	82	1633	0.71	C4	ok
44	I[44]	SLU14	FZ-MIN	-2500	1070	82	1633	0.66	C4	ok
44	J[45]	SLU14	FZ-MIN	-2500	1070	82	1633	0.66	C4	ok
45	I[45]	SLU14	FZ-MIN	-2296	1033	82	1225	0.84	C3	ok
45	J[46]	SLU14	FZ-MIN	-2296	1033	82	1225	0.84	C3	ok
46	I[46]	SLU14	FZ-MIN	-2092	941	82	1225	0.77	C3	ok
46	J[47]	SLU14	FZ-MIN	-2092	941	82	1225	0.77	C3	ok
47	I[47]	SLU14	FZ-MIN	-1890	850	82	1225	0.69	C3	ok
47	J[48]	SLU14	FZ-MIN	-1890	850	82	1225	0.69	C3	ok
48	I[48]	SLU14	FZ-MIN	-1697	763	82	1225	0.62	C3	ok
48	J[49]	SLU14	FZ-MIN	-1697	763	82	1225	0.62	C3	ok
49	I[49]	SLU14	FZ-MIN	-1498	674	82	1225	0.55	C3	ok
49	J[50]	SLU14	FZ-MIN	-1498	674	82	1225	0.55	C3	ok
50	I[50]	SLU14	FZ-MIN	-1303	586	82	1225	0.48	C3	ok
50	J[51]	SLU14	FZ-MIN	-1303	586	82	1225	0.48	C3	ok
51	I[51]	SLU14	FZ-MIN	-1121	505	82	1225	0.41	C2	ok
51	J[52]	SLU14	FZ-MIN	-1121	505	82	1225	0.41	C2	ok
52	I[52]	SLU14	FZ-MIN	-932	420	82	1225	0.34	C2	ok
52	J[53]	SLU14	FZ-MIN	-932	420	82	1225	0.34	C2	ok
53	I[53]	SLU15	FZ-MAX	931	420	82	1225	0.34	C2	ok
53	J[54]	SLU15	FZ-MAX	931	420	82	1225	0.34	C2	ok
54	I[54]	SLU13	FZ-MAX	1121	505	82	1225	0.41	C2	ok
54	J[55]	SLU13	FZ-MAX	1121	505	82	1225	0.41	C2	ok
55	I[55]	SLU13	FZ-MAX	1332	600	82	1225	0.49	C2	ok
55	J[56]	SLU13	FZ-MAX	1332	600	82	1225	0.49	C2	ok
56	I[56]	SLU13	FZ-MAX	1553	719	82	1633	0.44	C1	ok
56	J[57]	SLU13	FZ-MAX	1553	719	82	1633	0.44	C1	ok
57	I[57]	SLU13	FZ-MAX	1774	821	82	1633	0.50	C1	ok
57	J[58]	SLU13	FZ-MAX	1774	821	82	1633	0.50	C1	ok
58	I[58]	SLU13	FZ-MAX	2010	930	82	1633	0.57	C1	ok
58	J[59]	SLU13	FZ-MAX	2010	930	82	1633	0.57	C1	ok

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

PROGETTAZIONE ATI:

GP INGENGERIA
GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl



cooprogetti



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

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	Sezione	
1	I[1]	sle1	Characteristic	-1466	679	61	1225	0.55	C1	ok
1	J[2]	sle1	Characteristic	-1466	679	61	1225	0.55	C1	ok
2	I[2]	sle1	Characteristic	-1296	600	61	1225	0.49	C1	ok
2	J[3]	sle1	Characteristic	-1296	600	61	1225	0.49	C1	ok
3	I[3]	sle1	Characteristic	-1137	527	61	1225	0.43	C1	ok
3	J[4]	sle1	Characteristic	-1137	527	61	1225	0.43	C1	ok
4	I[4]	sle1	Characteristic	-979	441	61	919	0.48	C2	ok
4	J[5]	sle1	Characteristic	-979	441	61	919	0.48	C2	ok
5	I[5]	sle1	Characteristic	-828	373	61	919	0.41	C2	ok
5	J[6]	sle1	Characteristic	-828	373	61	919	0.41	C2	ok
6	I[6]	sle1	Characteristic	-690	311	61	919	0.34	C2	ok
6	J[7]	sle1	Characteristic	-690	311	61	919	0.34	C2	ok
7	I[7]	sle2	Characteristic	748	337	61	919	0.37	C2	ok
7	J[8]	sle2	Characteristic	748	337	61	919	0.37	C2	ok
8	I[8]	sle2	Characteristic	883	398	61	919	0.43	C2	ok
8	J[9]	sle2	Characteristic	883	398	61	919	0.43	C2	ok
9	I[9]	sle2	Characteristic	1013	456	61	919	0.50	C3	ok
9	J[10]	sle2	Characteristic	1013	456	61	919	0.50	C3	ok
10	I[10]	sle2	Characteristic	1152	518	61	919	0.56	C3	ok
10	J[11]	sle2	Characteristic	1152	518	61	919	0.56	C3	ok
11	I[11]	sle2	Characteristic	1294	582	61	919	0.63	C3	ok
11	J[12]	sle2	Characteristic	1294	582	61	919	0.63	C3	ok
12	I[12]	sle2	Characteristic	1432	644	61	919	0.70	C3	ok
12	J[13]	sle2	Characteristic	1432	644	61	919	0.70	C3	ok
13	I[13]	sle2	Characteristic	1576	709	61	919	0.77	C3	ok
13	J[14]	sle2	Characteristic	1576	709	61	919	0.77	C3	ok
14	I[14]	sle2	Characteristic	1722	775	61	919	0.84	C3	ok
14	J[15]	sle2	Characteristic	1722	775	61	919	0.84	C3	ok
15	I[15]	sle2	Characteristic	1868	771	61	1225	0.63	C4	ok
15	J[16]	sle2	Characteristic	1868	771	61	1225	0.63	C4	ok
16	I[16]	sle2	Characteristic	2013	832	61	1225	0.68	C4	ok
16	J[17]	sle2	Characteristic	2013	832	61	1225	0.68	C4	ok
17	I[17]	sle2	Characteristic	2158	891	61	1225	0.73	C4	ok
17	J[18]	sle2	Characteristic	2158	891	61	1225	0.73	C4	ok
18	I[18]	sle2	Characteristic	-2120	875	61	1225	0.71	C4	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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

18	J[19]	sle2	Characteristic	-2120	875	61	1225	0.71	C4	ok
19	I[19]	sle2	Characteristic	-1982	818	61	1225	0.67	C4	ok
19	J[20]	sle2	Characteristic	-1982	818	61	1225	0.67	C4	ok
20	I[20]	sle2	Characteristic	-1843	761	61	1225	0.62	C4	ok
20	J[21]	sle2	Characteristic	-1843	761	61	1225	0.62	C4	ok
21	I[21]	sle2	Characteristic	-1704	760	61	919	0.83	C5	ok
21	J[22]	sle2	Characteristic	-1704	760	61	919	0.83	C5	ok
22	I[22]	sle2	Characteristic	-1565	698	61	919	0.76	C5	ok
22	J[23]	sle2	Characteristic	-1565	698	61	919	0.76	C5	ok
23	I[23]	sle2	Characteristic	-1427	636	61	919	0.69	C5	ok
23	J[24]	sle2	Characteristic	-1427	636	61	919	0.69	C5	ok
24	I[24]	sle2	Characteristic	-1297	578	61	919	0.63	C5	ok
24	J[25]	sle2	Characteristic	-1297	578	61	919	0.63	C5	ok
25	I[25]	sle2	Characteristic	-1162	518	61	919	0.56	C5	ok
25	J[26]	sle2	Characteristic	-1162	518	61	919	0.56	C5	ok
26	I[26]	sle2	Characteristic	-1030	459	61	919	0.50	C5	ok
26	J[27]	sle2	Characteristic	-1030	459	61	919	0.50	C5	ok
27	I[27]	sle2	Characteristic	-908	389	61	919	0.42	C6	ok
27	J[28]	sle2	Characteristic	-908	389	61	919	0.42	C6	ok
28	I[28]	sle2	Characteristic	-780	334	61	919	0.36	C6	ok
28	J[29]	sle2	Characteristic	-780	334	61	919	0.36	C6	ok
29	I[29]	sle2	Characteristic	-656	281	61	919	0.31	C6	ok
29	J[30]	sle2	Characteristic	-656	281	61	919	0.31	C6	ok
30	I[30]	sle1	Characteristic	655	280	61	919	0.31	C6	ok
30	J[31]	sle1	Characteristic	655	280	61	919	0.31	C6	ok
31	I[31]	sle1	Characteristic	779	334	61	919	0.36	C6	ok
31	J[32]	sle1	Characteristic	779	334	61	919	0.36	C6	ok
32	I[32]	sle1	Characteristic	906	388	61	919	0.42	C6	ok
32	J[33]	sle1	Characteristic	906	388	61	919	0.42	C6	ok
33	I[33]	sle1	Characteristic	1029	459	61	919	0.50	C5	ok
33	J[34]	sle1	Characteristic	1029	459	61	919	0.50	C5	ok
34	I[34]	sle1	Characteristic	1161	518	61	919	0.56	C5	ok
34	J[35]	sle1	Characteristic	1161	518	61	919	0.56	C5	ok
35	I[35]	sle1	Characteristic	1296	578	61	919	0.63	C5	ok
35	J[36]	sle1	Characteristic	1296	578	61	919	0.63	C5	ok
36	I[36]	sle1	Characteristic	1426	636	61	919	0.69	C5	ok
36	J[37]	sle1	Characteristic	1426	636	61	919	0.69	C5	ok
37	I[37]	sle1	Characteristic	1563	697	61	919	0.76	C5	ok
37	J[38]	sle1	Characteristic	1563	697	61	919	0.76	C5	ok
38	I[38]	sle1	Characteristic	1702	759	61	919	0.83	C5	ok
38	J[39]	sle1	Characteristic	1702	759	61	919	0.83	C5	ok
39	I[39]	sle1	Characteristic	1841	760	61	1225	0.62	C4	ok
39	J[40]	sle1	Characteristic	1841	760	61	1225	0.62	C4	ok
40	I[40]	sle1	Characteristic	1980	818	61	1225	0.67	C4	ok
40	J[41]	sle1	Characteristic	1980	818	61	1225	0.67	C4	ok

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

41	I[41]	sle1	Characteristic	2118	875	61	1225	0.71	C4	ok
41	J[42]	sle1	Characteristic	2118	875	61	1225	0.71	C4	ok
42	I[42]	sle2	Characteristic	-2156	891	61	1225	0.73	C4	ok
42	J[43]	sle2	Characteristic	-2156	891	61	1225	0.73	C4	ok
43	I[43]	sle2	Characteristic	-2012	831	61	1225	0.68	C4	ok
43	J[44]	sle2	Characteristic	-2012	831	61	1225	0.68	C4	ok
44	I[44]	sle2	Characteristic	-1866	771	61	1225	0.63	C4	ok
44	J[45]	sle2	Characteristic	-1866	771	61	1225	0.63	C4	ok
45	I[45]	sle2	Characteristic	-1721	774	61	919	0.84	C3	ok
45	J[46]	sle2	Characteristic	-1721	774	61	919	0.84	C3	ok
46	I[46]	sle2	Characteristic	-1575	709	61	919	0.77	C3	ok
46	J[47]	sle2	Characteristic	-1575	709	61	919	0.77	C3	ok
47	I[47]	sle2	Characteristic	-1431	644	61	919	0.70	C3	ok
47	J[48]	sle2	Characteristic	-1431	644	61	919	0.70	C3	ok
48	I[48]	sle2	Characteristic	-1293	582	61	919	0.63	C3	ok
48	J[49]	sle2	Characteristic	-1293	582	61	919	0.63	C3	ok
49	I[49]	sle2	Characteristic	-1151	518	61	919	0.56	C3	ok
49	J[50]	sle2	Characteristic	-1151	518	61	919	0.56	C3	ok
50	I[50]	sle2	Characteristic	-1012	455	61	919	0.50	C3	ok
50	J[51]	sle2	Characteristic	-1012	455	61	919	0.50	C3	ok
51	I[51]	sle2	Characteristic	-882	397	61	919	0.43	C2	ok
51	J[52]	sle2	Characteristic	-882	397	61	919	0.43	C2	ok
52	I[52]	sle2	Characteristic	-747	336	61	919	0.37	C2	ok
52	J[53]	sle2	Characteristic	-747	336	61	919	0.37	C2	ok
53	I[53]	sle1	Characteristic	691	311	61	919	0.34	C2	ok
53	J[54]	sle1	Characteristic	691	311	61	919	0.34	C2	ok
54	I[54]	sle1	Characteristic	828	373	61	919	0.41	C2	ok
54	J[55]	sle1	Characteristic	828	373	61	919	0.41	C2	ok
55	I[55]	sle1	Characteristic	980	442	61	919	0.48	C2	ok
55	J[56]	sle1	Characteristic	980	442	61	919	0.48	C2	ok
56	I[56]	sle1	Characteristic	1138	527	61	1225	0.43	C1	ok
56	J[57]	sle1	Characteristic	1138	527	61	1225	0.43	C1	ok
57	I[57]	sle1	Characteristic	1297	600	61	1225	0.49	C1	ok
57	J[58]	sle1	Characteristic	1297	600	61	1225	0.49	C1	ok
58	I[58]	sle1	Characteristic	1467	679	61	1225	0.55	C1	ok
58	J[59]	sle1	Characteristic	1467	679	61	1225	0.55	C1	ok

16.2. VERIFICHE ESTESE

Si riporta la verifica estesa per le sezioni più significative

16.2.1. SEZIONE DI MEZZERIA

- campata di riva

Element Number	8
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

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

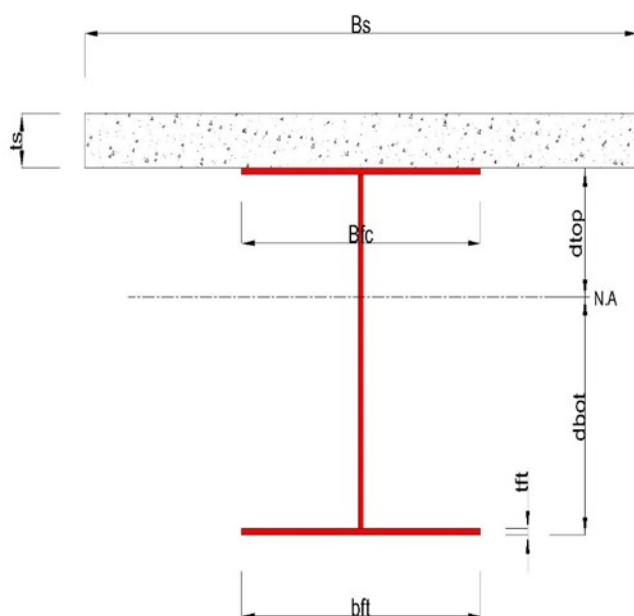
■ Concrete

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

■ Reinforcement

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

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

B_c	4646.000	mm	t_c	320.000	mm	H_h	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

Girder

H_w	2130.000	mm	B_1	600.000	mm	B_2	800.000	mm
t_w	18.000	mm	t_{f1}	30.000	mm	t_{f2}	40.000	mm

■ Section Stiffness

Before

A_a	88340.000	mm ²
$I_{y,a}$	70524459936.646	mm ⁴
$I_{z,a}$	2247701846.667	mm ⁴
$C_{y,a}$	400.000	mm
$C_{z,a}$	932.032	mm

After

A_c	329592.347	mm ²
$I_{y,c}$	204435783873.248	mm ⁴
$I_{z,c}$	436206713725.484	mm ⁴
$C_{y,c}$	400.000	mm
$C_{z,c}$	1977.264	mm

Crack

A_c	97586.000	mm ²
$I_{y,c}$	88013257415.680	mm ⁴
$I_{z,c}$	18520809828.247	mm ⁴
$C_{y,c}$	400.000	mm
$C_{z,c}$	1068.654	mm

2 Bending Resistance

2.1 Positive Moment

■ Design load

Load combination name : SLU13

$N_{a,Ed}$	0.899	kN
$N_{c,Ed}$	690.213	kN
$M_{a,Ed}$	5016.966	kN · m
$M_{c,Ed}$	19662.164	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-300.000	mm	Z ₁	222.736	mm	σ ₁	-109.892	MPa
	y ₂	-9.000	mm	Z ₂	222.736	mm	σ ₂	-109.530	MPa
Right	y ₁	300.000	mm	Z ₁	222.736	mm	σ ₁	-109.145	MPa
	y ₂	9.000	mm	Z ₂	222.736	mm	σ ₂	-109.507	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-400.000	mm	Z ₁	-1977.264	mm	σ ₁	258.078	MPa
	y ₂	-9.000	mm	Z ₂	-1977.264	mm	σ ₂	258.565	MPa
Right	y ₁	400.000	mm	Z ₁	-1977.264	mm	σ ₁	259.074	MPa
	y ₂	9.000	mm	Z ₂	-1977.264	mm	σ ₂	258.587	MPa

Web

Right	y ₁	0.000	mm	Z ₁	192.736	mm	σ ₁	-104.499	MPa
	y ₂	0.000	mm	Z ₂	-1937.264	mm	σ ₂	251.883	MPa

■ Classification of sections

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

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

Plastic NA = 2199.062 mm

N_{slab} = 29486.613 kN

$N_{g,top}$ = 190.360 kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot}$ = 29676.973 kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd}$ = 42588.505 kN · m

x_{pl} = 320.938 mm

M_{Rd} = $\beta M_{pl,Rd}$ = 42588.505 kN · m

here, β = 1.000

$$M_{Rd} = 42588.505 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = 24679.130 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \dots \quad \text{OK}$$

2 Bending Resistance

2.2 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU16

$N_{a,Ed}$	0.666	kN
$N_{c,Ed}$	-503.911	kN
$M_{a,Ed}$	3716.271	kN · m
$M_{c,Ed}$	-763.960	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-300.000	mm	z_1	1131.346	mm	σ_1	-58.199	MPa
	y_2	-9.000	mm	z_2	1131.346	mm	σ_2	-62.033	MPa
Right	y_1	300.000	mm	z_1	1131.346	mm	σ_1	-66.104	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	1131.346	mm	σ_2	-62.270	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-400.000	mm	z_1	-1068.654	mm	σ_1	39.951	MPa
	y_2	-9.000	mm	z_2	-1068.654	mm	σ_2	34.800	MPa
Right	y_1	400.000	mm	z_1	-1068.654	mm	σ_1	29.411	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	-1068.654	mm	σ_2	34.562	MPa

Web

Right	y_1	0.000	mm	z_1	1101.346	mm	σ_1	-60.831	MPa
	y_2	0.000	mm	z_2	-1028.654	mm	σ_2	32.920	MPa

■ Classification of sections

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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	88340.000	mm ²
$I_{y,a,eff}$	70524459936.646	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	2247701846.667	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	400.000	mm
$C_{z,a,eff}$	932.032	mm

After

$A_{c,eff}$	63686.686	mm ²
$I_{y,c,eff}$	65647471795.434	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	436206713725.484	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	400.000	mm
$C_{z,c,eff}$	865.075	mm

- Effective stiffness for M_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	82361.947	mm ²
$I_{y,a,eff}$	68459062076.302	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	2247701846.667	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	400.000	mm
$C_{z,a,eff}$	774.571	mm

After

$A_{c,eff}$	95280.945	mm ²
$I_{y,c,eff}$	86917109265.596	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	18520809828.247	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	400.000	mm
$C_{z,c,eff}$	1079.768	mm

- Added moment

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

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 102.586 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{a,top} &= [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{t,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{t,c}/I_{y,c,eff})] \\ &= -68.855 \frac{\text{MP}}{\text{a}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{a,bot} &= [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{b,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{b,c}/I_{y,c,eff})] \\ &= 33.831 \frac{\text{MP}}{\text{a}} \end{aligned}$$

$$k = 32.157 : \text{the lowest factor such that a stress limit is reached.}$$

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

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) = 24464.289 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 24464.289 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 24464.289 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -763.960 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \dots \quad \text{OK}$$

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{Ed} = -291.276 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = 5016.966 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = 12720.577 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} V_{Ed,a} &= 249.737 \text{ kN} \\ V_{Ed,c} &= 1117.819 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= 1367.555 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 95510.428 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{Ed,t} &= 95510.428 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{Ed,b} &= 19575.843 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-300.000	mm	z ₁	222.736	mm	σ ₁	-105.162	MPa
	y ₂	-9.000	mm	z ₂	222.736	mm	σ ₂	-104.940	MPa
Right	y ₁	300.000	mm	z ₁	222.736	mm	σ ₁	-104.705	MPa
	y ₂	9.000	mm	z ₂	222.736	mm	σ ₂	-104.927	MPa

Bottom Flange

Left	y ₁	-400.000	mm	z ₁	-1977.264	mm	σ ₁	188.156	MPa
	y ₂	-9.000	mm	z ₂	-1977.264	mm	σ ₂	188.453	MPa
Right	y ₁	400.000	mm	z ₁	-1977.264	mm	σ ₁	188.765	MPa
	y ₂	9.000	mm	z ₂	-1977.264	mm	σ ₂	188.467	MPa

Web

Right	y ₁	0.000	mm	z ₁	192.736	mm	σ ₁	-100.933	MPa
	y ₂	0.000	mm	z ₂	-1937.264	mm	σ ₂	183.126	MPa

■ **Classification of sections**

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

■ **Plastic resistance moment, M_{pl,Rd}**

Plastic NA = 2199.062 mm

$$\begin{aligned} N_{slab} &= 29486.613 \text{ kN} \\ N_{rebar,t} &= 0.000 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA}) \\ N_{rebar,b} &= 0.000 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA}) \\ N_{g,top} &= 190.360 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA}) \\ N_{g,bot} &= 29676.973 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA}) \end{aligned}$$

$$M_{pl,Rd} = 42588.505 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

■ Calculation. $V_{bw,Rd}$

Web

■ Contribution from the web

$$\lambda_w = \frac{h_w}{(86.4 \cdot t \cdot \epsilon)} = 1.683$$

$$X_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.575 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 4106.393 \frac{\text{kN}}{\text{N}}$$

$$V_{Rd} = 4106.393 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 1367.555 \frac{\text{kN}}{\text{N}}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.333 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd0} = 27535.685 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yf} / \gamma_{M0}} = 0.983$$

$$M_{f,Rd} = \text{Reduction factor for } N_{Ed} \cdot M_{f,Rd0} = 27061.235 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

where

$$M_{f,Rd} = 27061.235 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 95510.428 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i) W)$$

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

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.333 < 1.0 \quad \dots \text{OK}$$

■ 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

$$N_{Ed} = 691.112 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 24679.130 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_1 = 594.736 \text{ kN}$$

$$V_2 = 9.871 \text{ kN}$$

$$M_1 = 24679.130 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 23950.505 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 42588.505 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 33118.463 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$L = 6.000 \text{ m}$$

$$c = C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = \frac{c \cdot L^4}{EI} = 0.000$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.017$$

$$\Phi = 2 \cdot (1 - M_2/M_1) / (1 + \mu) = 0.058$$

$$m_1 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.006$$

$$m_2 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.006$$

$$m = \min(m_1, m_2) = 1.006$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1.103 \cdot L/b \cdot \sqrt{(f_y/E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wc}/(3 \cdot A_f))}}{1} = 0.466$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.710$$

$$X_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.803019565$$

$$M_{Rd} = 42588.505 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot M_{Rd} = 34199.403 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$X_{LT,N} = 0.715$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot Area \cdot f_{yd} = 79651.860 \frac{k}{N}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.730301251$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{c,el} = 12663.686 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 29486.613 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 17737.543 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = 1117.819 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 42588.505 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 33118.463 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})}}{\gamma_V} = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

where $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1$$

$$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

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

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

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

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

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 503.735 \text{ kN/m}$$

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

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

7 Resistance to Fatigue

- Design load

Load combination name : fatica

$$F_z = 48.428 \text{ kN}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Shear stress range for the connector

$$\Delta\tau = F_{sc} / A_{sc} = 5.131 \text{ MPa}$$

where

$$F_{sc} = v_{L,Ed} \cdot \text{space of stud} / \text{number of stud} = 1.455 \frac{k}{N}$$

$$A_{sc} = 283.529 \text{ mm}^2$$

- Damage equivalent factor

$$\lambda_v = \frac{\lambda_{v,1} \cdot \lambda_{v,2} \cdot \lambda_{v,3}}{\lambda_{v,4}} = 0.000$$

where

$$\lambda_{v,1} = 1.550$$

$$\lambda_{v,2} = 0.000$$

$$\lambda_{v,3} = 1.000$$

$$\lambda_{v,4} = 0.000$$

- Equivalent constant amplitude range of shear stress related to 2 million cycles

$$\Delta\tau_{E,2} = \lambda_v \cdot \Delta\tau = 0.000 \text{ MPa}$$

- Verification

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) = 0.000 < 1$$

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_{Ed,ser} = -183.387 \frac{MP}{a} \quad (\text{Bottom-right fiber in the flange})$$

$$\tau_{Ed,ser} = 27.383 \frac{MP}{a} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} = -183.387 \frac{MP}{a} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\tau_{Ed,ser} = 27.383 \frac{MP}{a} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser}) = 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser})^2 + 3(\tau_{Ed,ser})^2} = 189.421 \frac{MP}{a} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck} = 6.120 \text{ MPa} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



a

- In the reinforcement

Load combination name : sle2

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

$$-34.487 \text{ MPa}$$

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 : sle2

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

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

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

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

where,

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

$$\alpha = 1$$

$$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

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

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

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

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

$$k_s = 0.750$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / l) = 389.755 \text{ kN/m}$$

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

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

- campata centrale

Element Number	30
Position Information	I

1 Design Condition

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



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

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

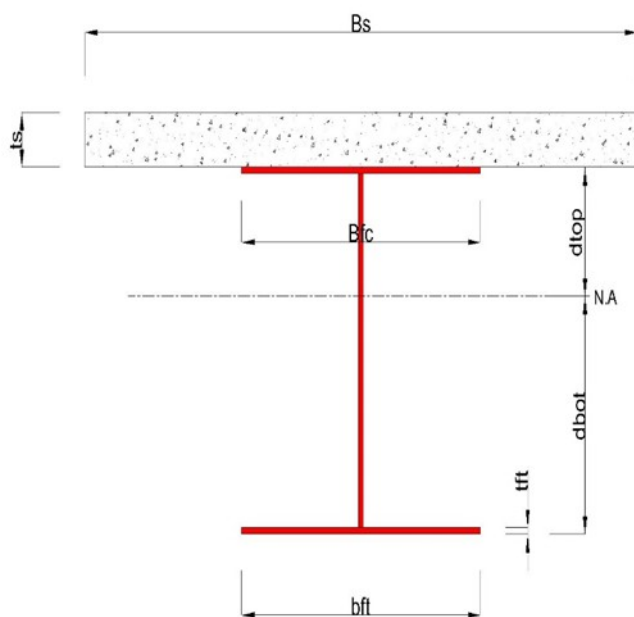
■ Concrete

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

■ Reinforcement

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

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

B_c	5125.000	mm	t_c	320.000	mm	H_h	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Girder

H_w	2130.000	mm	B_1	800.000	mm	B_2	900.000	mm
t_w	18.000	mm	t_{f1}	40.000	mm	t_{f2}	40.000	mm

■ **Section Stiffness**

Before

A_a	106340.000	mm ²
$I_{y,a}$	94378635967.682	mm ⁴
$I_{z,a}$	4137701846.667	mm ⁴
$C_{y,a}$	450.000	mm
$C_{z,a}$	1064.188	mm

After

A_c	372465.329	mm ²
$I_{y,c}$	226205905980.526	mm ⁴
$I_{z,c}$	586633375957.811	mm ⁴
$C_{y,c}$	450.000	mm
$C_{z,c}$	1997.187	mm

Crack

A_c	116390.000	mm ²
$I_{y,c}$	110465948850.981	mm ⁴
$I_{z,c}$	25041862696.211	mm ⁴
$C_{y,c}$	450.000	mm
$C_{z,c}$	1178.150	mm

2 Bending Resistance

2.1 Positive Moment

■ **Design load**

Load combination name : SLU13

$N_{a,Ed}$	2.023	kN
$N_{c,Ed}$	874.526	kN
$M_{a,Ed}$	8085.877	kN · m
$M_{c,Ed}$	24151.967	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-400.000	mm	z_1	212.813	mm	σ_1	-119.207	MPa
	y_2	-9.000	mm	z_2	212.813	mm	σ_2	-118.538	MPa
Right	y_1	400.000	mm	z_1	212.813	mm	σ_1	-117.838	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	212.813	mm	σ_2	-118.507	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-450.000	mm	z_1	-1997.187	mm	σ_1	306.011	MPa
------	-------	----------	----	-------	-----------	----	------------	---------	-----

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

	y_2	-9.000	mm	z_2	-1997.187	mm	σ_2	306.765	MPa
Right	y_1	450.000	mm	z_1	-1997.187	mm	σ_1	307.550	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	-1997.187	mm	σ_2	306.796	MPa

Web

Right	y_1	0.000	mm	z_1	172.813	mm	σ_1	-110.825	MPa
	y_2	0.000	mm	z_2	-1957.187	mm	σ_2	299.083	MPa

■ Classification of sections

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

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

Plastic NA = 2203.666 mm

N_{slab} = 32526.667 kN

$N_{g,top}$ = 1713.190 kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot}$ = 34239.857 kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd}$ = 46388.866 kN · m

x_{pl} = 326.334 mm

M_{Rd} = $\beta M_{pl,Rd}$ = 46388.866 kN · m

here, β = 1.000

M_{Rd} = 46388.866 kN · m > M_{Ed} = 32237.844 kN · m ... OK

2 Bending Resistance

2.2 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU16

$N_{a,Ed}$	1.499	kN
$N_{c,Ed}$	-585.272	kN
$M_{a,Ed}$	5989.538	kN · m
$M_{c,Ed}$	-2135.451	kN · m

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Stress

Top Flange

Left	y_1	-400.000	mm	z_1	1031.850	mm	σ_1	-52.798	MPa
	y_2	-9.000	mm	z_2	1031.850	mm	σ_2	-57.672	MPa
Right	y_1	400.000	mm	z_1	1031.850	mm	σ_1	-62.770	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	1031.850	mm	σ_2	-57.896	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-450.000	mm	z_1	-1178.150	mm	σ_1	45.356	MPa
	y_2	-9.000	mm	z_2	-1178.150	mm	σ_2	39.859	MPa
Right	y_1	450.000	mm	z_1	-1178.150	mm	σ_1	34.138	MPa
	y_2	9.000	mm	z_2	-1178.150	mm	σ_2	39.635	MPa

Web

Right	y_1	0.000	mm	z_1	991.850	mm	σ_1	-56.019	MPa
	y_2	0.000	mm	z_2	-1138.150	mm	σ_2	37.981	MPa

■ Classification of sections

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

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

Before

$A_{a,eff}$	106340.000	mm ²
$I_{y,a,eff}$	94378635967.682	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	4137701846.667	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	450.000	mm
$C_{z,a,eff}$	1064.188	mm

After

$A_{c,eff}$	81686.686	mm ²
$I_{y,c,eff}$	90471285569.375	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	586633375957.811	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	450.000	mm
$C_{z,c,eff}$	1051.870	mm

- Effective stiffness for M_{Ed}

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Before

$A_{a,eff}$	102769.574	mm ²
$I_{y,a,eff}$	96222229316.128	mm ⁴
$I_{z,a,eff}$	4137701846.667	mm ⁴
$C_{y,a,eff}$	450.000	mm
$C_{z,a,eff}$	944.155	mm

After

$A_{c,eff}$	112026.117	mm ²
$I_{y,c,eff}$	108294457213.644	mm ⁴
$I_{z,c,eff}$	25041862696.211	mm ⁴
$C_{y,c,eff}$	450.000	mm
$C_{z,c,eff}$	1200.661	mm

- Added moment

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

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 73.908 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$= -59.581 \frac{\text{MPa}}{a}$$

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

$$= 35.914 \frac{\text{MPa}}{a}$$

$$k = 15.546 : \text{the lowest factor such that a stress limit is reached.}$$

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

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) = 33123.421 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 33123.421 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 33123.421 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -2135.451 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \ddots \text{OK}$$

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = 740.072 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = 8085.877 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = 20067.850 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = 55.941 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = 911.539 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 967.480 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 124412.875 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 124412.875 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 30394.439 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Stress

Top Flange

Left	y	-400.000	mm	z_1	212.813	mm	σ	-115.470	MPa
------	---	----------	----	-------	---------	----	----------	----------	-----

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	1					1		
	Y ₂	-9.000	mm	Z ₂	212.813	mm	σ ₂	-115.051 MPa
Right	Y ₁	400.000	mm	Z ₁	212.813	mm	σ ₁	-114.612 MPa
	Y ₂	9.000	mm	Z ₂	212.813	mm	σ ₂	-115.031 MPa

Bottom Flange

Left	Y ₁	-450.000	mm	Z ₁	-1997.187	mm	σ ₁	269.878 MPa
	Y ₂	-9.000	mm	Z ₂	-1997.187	mm	σ ₂	270.351 MPa
Right	Y ₁	450.000	mm	Z ₁	-1997.187	mm	σ ₁	270.843 MPa
	Y ₂	9.000	mm	Z ₂	-1997.187	mm	σ ₂	270.370 MPa

Web

Right	Y ₁	0.000	mm	Z ₁	172.813	mm	σ ₁	-108.065 MPa
	Y ₂	0.000	mm	Z ₂	-1957.187	mm	σ ₂	263.385 MPa

■ **Classification of sections**

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

■ **Plastic resistance moment, $M_{pl,Rd}$**

Plastic NA = 2203.666 mm

$N_{slab} = 32526.667$ kN
 $N_{rebar,t} = 0.000$ kN (Upper side of PNA)
 $N_{rebar,b} = 0.000$ kN (Lower side of PNA)
 $N_{g,top} = 1713.190$ kN (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 34239.857$ kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 46388.866$ kN · m

■ **Calculation. $V_{bw,Rd}$**

Web

■ Contribution from the web

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\lambda_w = \frac{h_w}{(86.4 \cdot t \cdot \epsilon)} = 1.683$$

$$X_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.575 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 4106.393 \quad \frac{k}{N}$$

$$V_{Rd} = 4106.393 \quad kN$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 967.480 \quad \frac{k}{N}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.236 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd} = 31628.744 \quad kN \cdot m$$

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

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

where $M_{f,Rd} = 31628.744 \quad kN \cdot m$

$M_{Ed} = 124412.875 \quad kN \cdot m$ (Taken as the greatest value of $(\sum \sigma_i)W$)

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

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.236 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ 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

$$N_{Ed} = 876.549 \quad kN$$

$$M_{Ed} = 32237.844 \quad kN \cdot m$$

$$V_1 = 688.947 \quad kN$$

$$V_2 = 10.052 \quad kN$$

$$M_1 = 32237.844 \quad kN \cdot m$$

$$M_2 = 31820.840 \quad kN \cdot m$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$M_{pl,Rd} = 46388.866 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 36052.727 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$L = 6.000 \text{ m}$$

$$c = C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = \frac{c \cdot L^4}{I} / (E \cdot I) = 0.000$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.015$$

$$\Phi = 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.025$$

$$m_1 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.002$$

$$m_2 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.002$$

$$m = \min(m_1, m_2) = 1.002$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m) \cdot \sqrt{(1 + A_{wc} / (3 \cdot A_f))}}}{\sqrt{}} = 0.345$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.615$$

$$X_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.890060052$$

$$M_{Rd} = 46388.866 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot M_{Rd} = 41288.877 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$X_{LT,N} = 0.849$$

$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 106874.688 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,R}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,R}} = 0.788989274$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{c,el} = 12238.684 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 32526.667 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 28153.727 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = 911.539 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 46388.866 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 36052.727 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})}}{\gamma_V} = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

where

$$e, \quad f_u = 450.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1 \quad f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

$$Num. = 3$$

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

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

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

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 398.902 \text{ kN/m}$$

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

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

7 Resistance to Fatigue

- Design load

Load combination name : fatica

$$F_z = -16.029 \text{ kN}$$

- Shear stress range for the connector

$$\Delta\tau = F_{sc} / A_{sc} = 1.649 \text{ MPa}$$

where

$$e, \quad F_{sc} = V_{L,Ed} \cdot \text{space of stud} / \text{number of stud} = 0.468 \frac{k}{N}$$

$$A_{sc} = 283.529 \text{ mm}^2$$

- Damage equivalent factor

$$\lambda_v = \frac{\lambda_{v,1} \cdot \lambda_{v,2} \cdot \lambda_{v,3}}{\lambda_{v,4}} = 0.000$$

where

$$e, \quad \lambda_{v,1} = 1.550$$

$$\lambda_{v,2} = 0.000$$

$$\lambda_{v,3} = 1.000$$

$$\lambda_{v,4} = 0.000$$

- Equivalent constant amplitude range of shear stress related to 2 million cycles

$$\Delta\tau_{E,2} = \lambda_v \cdot \Delta\tau = 0.000 \text{ MPa}$$

- Verification

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) = 0.000 < 1$$

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_{Ed,ser} = -221.286 \frac{MP}{a} \quad (\text{Bottom-right fiber in the flange})$$

$$\tau_{Ed,ser} = 18.125 \frac{MP}{a} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} = -221.286 \frac{MP}{a} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\tau_{Ed,ser} = 18.125 \frac{MP}{a} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser}) = 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser})^2 + 3(\tau_{Ed,ser})^2} = 223.502 \frac{MP}{a} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck} = 6.827 \frac{MP}{a} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the reinforcement

Load combination name : sle1

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk} = -35.441 \frac{MP}{a}$$

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 : sle1

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})}}{\gamma_V} = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \min(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \frac{k}{N}$$

where $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1$$

$$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

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

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

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

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

$$k_s = 0.750$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 285.972 \text{ kN/m}$$

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

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

16.2.1. SEZIONE DI PILA

Element Number	18
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_{Fr} 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

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

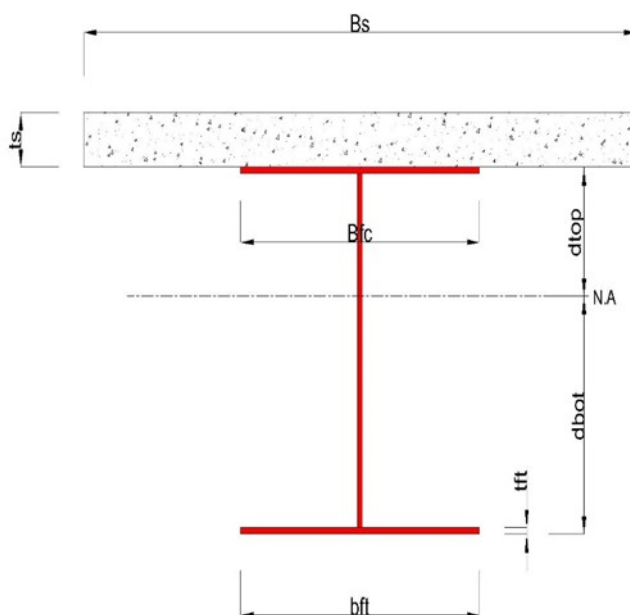
■ Concrete

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

■ Reinforcement

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

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

B_c	4909.000	mm	t_c	320.000	mm	H_h	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

Girder

H_w	2110.000	mm	B_1	900.000	mm	B_2	1000.000	mm
t_w	24.000	mm	t_{f1}	40.000	mm	t_{f2}	50.000	mm

■ Section Stiffness

Before

$A_{,a}$	142640.000	mm ²
$I_{y,a}$	117688898240.419	mm ⁴
$I_{z,a}$	6794937830.862	mm ⁴
$C_{y,a}$	493.186	mm
$C_{z,a}$	978.598	mm

After

$A_{,c}$	397549.120	mm ²
$I_{y,c}$	294396558893.268	mm ⁴
$I_{z,c}$	518700904410.497	mm ⁴
$C_{y,c}$	497.555	mm
$C_{z,c}$	1864.355	mm

Crack

$A_{,c}$	186936.000	mm ²
$I_{y,c}$	184083681249.748	mm ⁴
$I_{z,c}$	95388533860.461	mm ⁴
$C_{y,c}$	497.555	mm
$C_{z,c}$	1309.724	mm

2 Bending Resistance

2.1 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU14

$N_{a,Ed}$	2.023	kN
$N_{c,Ed}$	-526.472	kN
$M_{a,Ed}$	-14614.591	kN · m
$M_{c,Ed}$	-24344.287	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	y ₁	-447.555	mm	z ₁	890.276	mm	σ_1	267.340	MPa
------	----------------	----------	----	----------------	---------	----	------------	---------	-----

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	y_2	-9.555	mm	z_2	890.276	mm	σ_2	266.622	MPa
Right	y_1	452.445	mm	z_1	890.276	mm	σ_1	265.865	MPa
	y_2	14.445	mm	z_2	890.276	mm	σ_2	266.583	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-497.555	mm	z_1	-1309.724	mm	σ_1	-296.715	MPa
	y_2	-9.555	mm	z_2	-1309.724	mm	σ_2	-297.514	MPa
Right	y_1	502.445	mm	z_1	-1309.724	mm	σ_1	-298.353	MPa
	y_2	14.445	mm	z_2	-1309.724	mm	σ_2	-297.553	MPa

Web

Right	y_1	2.445	mm	z_1	850.276	mm	σ_1	256.346	MPa
	y_2	2.445	mm	z_2	-1259.724	mm	σ_2	-284.713	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	3
Bottom flange	3
Section	3

- Elastic resistance moment, $M_{el,Rd}$

$k = 1.250$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

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

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k \cdot M_{c,Ed} = 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -38958.878 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \dots \text{OK}$$

3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{Ed} = -487.463 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = -14614.591 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} M_{c,Ed} &= -21230.442 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_{Ed,a} &= -1834.606 \text{ kN} \\ V_{Ed,c} &= -2949.436 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= -4784.042 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 52592.191 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{Ed,t} &= 52592.191 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{Ed,b} &= 38310.567 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Stress

Top Flange

Left	y_1	-447.555	mm	z_1	890.276	mm	σ_1	252.229	MPa
	y_2	-9.555	mm	z_2	890.276	mm	σ_2	251.766	MPa
Right	y_1	452.445	mm	z_1	890.276	mm	σ_1	251.277	MPa
	y_2	14.445	mm	z_2	890.276	mm	σ_2	251.741	MPa

Bottom Flange

Left	y_1	-497.555	mm	z_1	-1309.724	mm	σ_1	-274.640	MPa
	y_2	-9.555	mm	z_2	-1309.724	mm	σ_2	-275.157	MPa
Right	y_1	502.445	mm	z_1	-1309.724	mm	σ_1	-275.698	MPa
	y_2	14.445	mm	z_2	-1309.724	mm	σ_2	-275.182	MPa

Web

Right	y_1	2.445	mm	z_1	850.276	mm	σ_1	242.173	MPa
	y_2	2.445	mm	z_2	-1259.724	mm	σ_2	-263.194	MPa

■ **Classification of sections**

Part	Class
Top flange	1
Web	3
Bottom flange	3
Section	3

■ **Plastic resistance moment, $M_{pl,Rd}$**

Plastic NA = 1940.087 mm

$$\begin{aligned} N_{\text{slab}} &= 0.000 \text{ kN} \\ N_{\text{rebar,t}} &= 17333.217 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA}) \\ N_{\text{rebar,b}} &= 0.000 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA}) \\ N_{\text{g,top}} &= 13955.867 \text{ kN} \quad (\text{Upper side of PNA}) \\ N_{\text{g,bot}} &= 31289.085 \text{ kN} \quad (\text{Lower side of PNA}) \end{aligned}$$

$$M_{\text{pl,Rd}} = 55716.121 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

■ Calculation. $V_{\text{bw,Rd}}$

Web

■ Contribution from the web

$$\begin{aligned} \alpha &= a/h_w = 0.947867299 \\ k_r &= 4.1 + (6.3 + 0.18 \cdot I_{\text{sl}} / (t^3 \cdot h_w)) / \alpha^2 + 2.2 \cdot (I_{\text{sl}} / (t^3 \cdot h_w))^{1/3} = 14.14608037 \\ I_{\text{sl}} &= 52387676.649 \text{ mm}^4 \\ t &= 24.000 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda_w = h_w / (37.4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_r}) = 0.768$$

$$X_w = 0.83 / \lambda_w = 1.080 \quad 0.83/\eta \leq \lambda_w < 1.08$$

$$V_{\text{bw,Rd}} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 10194.948 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$V_{\text{Rd}} = 10194.948 \text{ kN}$$

$$V_{\text{Edi}} = V_{\text{Ed}} / \text{Num. of Web} = -4784.042 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\eta'_3 = V_{\text{Edi}} / V_{\text{bw,Rd}} = 0.469 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{\text{f,Rd0}} = 37894.839 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$\text{Reduction factor for } N_{\text{Ed}} = 1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{(A_{f1} + A_{f2}) \cdot f_{yt} / \gamma_{M0}} = 0.983$$

$$M_{\text{f,Rd}} = \text{Reduction factor for } N_{\text{Ed}} \cdot M_{\text{f,Rd0}} = 37238.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

where $M_{\text{f,Rd}} = 37238.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$M_{Ed} = 52592.191 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = \frac{a \cdot \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}}}{(0.25 + \dots)} = 543.126$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.469 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

$$\eta'_3 = 0.469 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU14

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= -524.449 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= -38958.878 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_1 &= -4404.281 \text{ kN} \\ V_2 &= -4118.467 \text{ kN} \\ M_1 &= -38958.878 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_2 &= -30360.222 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 55716.121 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} L &= 6.000 \text{ m} \\ c &= C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma &= \frac{c \cdot L^4}{(E \cdot I)} = 0.000 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.935 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.228 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.093 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.093 \\ m &= \min(m_1, m_2) = 1.093 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \\ \lambda_{LT} &= \frac{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wd} / (3 \cdot A_f))}}{A_f} = 0.285 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.573 \\ X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.934416805 \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$M_{Rd} = 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot M_{Rd} = 42099.471 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$X_{LT,N} = 0.913$$

$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 57675.086 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.934493817$$

6 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{c,el} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -35845.032 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = -2949.436 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 55716.121 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 45054.274 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,2} = \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})}}{\gamma_V} = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1$$

$$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 4$$

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

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

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

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 1262.931 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 1633.126 \text{ kN/m}$$

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

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



7 Resistance to Fatigue

- Design load

Load combination name : fatica

$$F_z = -514.483 \text{ kN}$$

- Shear stress range for the connector

$$\Delta\tau = F_{sc} / A_{sc} = 38.849 \text{ MPa}$$

where

$$F_{sc} = v_{L,Ed} \cdot \text{space of stud} / \text{number of stud} = 11.015 \text{ kN}$$

$$A_{sc} = 283.529 \text{ mm}^2$$

- Damage equivalent factor

$$\lambda_v = \frac{\lambda_{v,1} \cdot \lambda_{v,2} \cdot \lambda_{v,3}}{\lambda_{v,4}} = 0.000$$

where

$$\lambda_{v,1} = 1.550$$

$$\lambda_{v,2} = 0.000$$

$$\lambda_{v,3} = 1.000$$

$$\lambda_{v,4} = 0.000$$

- Equivalent constant amplitude range of shear stress related to 2 million cycles

$$\Delta\tau_{E,2} = \lambda_v \cdot \Delta\tau = 0.000 \text{ MPa}$$

- Verification

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{Mf,s}) = 0.000 < 1$$

8 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle2

$$\sigma_{Ed,ser} = 221.938 \text{ MPa} \quad (\text{Bottom-right fiber in the flange})$$

$$\tau_{Ed,ser} = 68.654 \text{ MPa} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} = 221.938 \text{ MPa} < f_y / \gamma_{M,ser} = 335.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\tau_{Ed,ser} = 68.654 \text{ MPa} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser}) = 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser})^2 + 3(\tau_{Ed,ser})^2} = 251.786 \text{ MPa} < f_y / \gamma_{M,ser} = 335.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

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

0.000 MPa	<	21.000 MPa	... OK
-----------	---	------------	--------

- In the reinforcement

Load combination name : sle1

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

100.582 MPa	<	360.000 MPa	... OK
-------------	---	-------------	--------

9 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : sle2

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

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

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

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

where $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$\alpha = 1$ $f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$

Num. = 4

d = 19.000 mm

$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$

Space = 200.000 mm

$k_s = 0.750$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 906.763 \text{ kN/m}$$

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

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

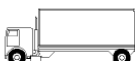
17. VERIFICHE A FATICA

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 far 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	A
			190	B
		4,20 1,30	80	A
			140	B
			140	B
		3,20 5,20 1,30 1,30	90	A
			180	B
			120	C
			120	C
			120	C
		3,40 6,00 1,80	90	A
			190	B
			140	B
			140	B
		4,80 3,60 4,40 1,30	90	A
			180	B
			120	C
			110	C
			110	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 inviluppo.

Si riportano i grafici delle sollecitazioni.

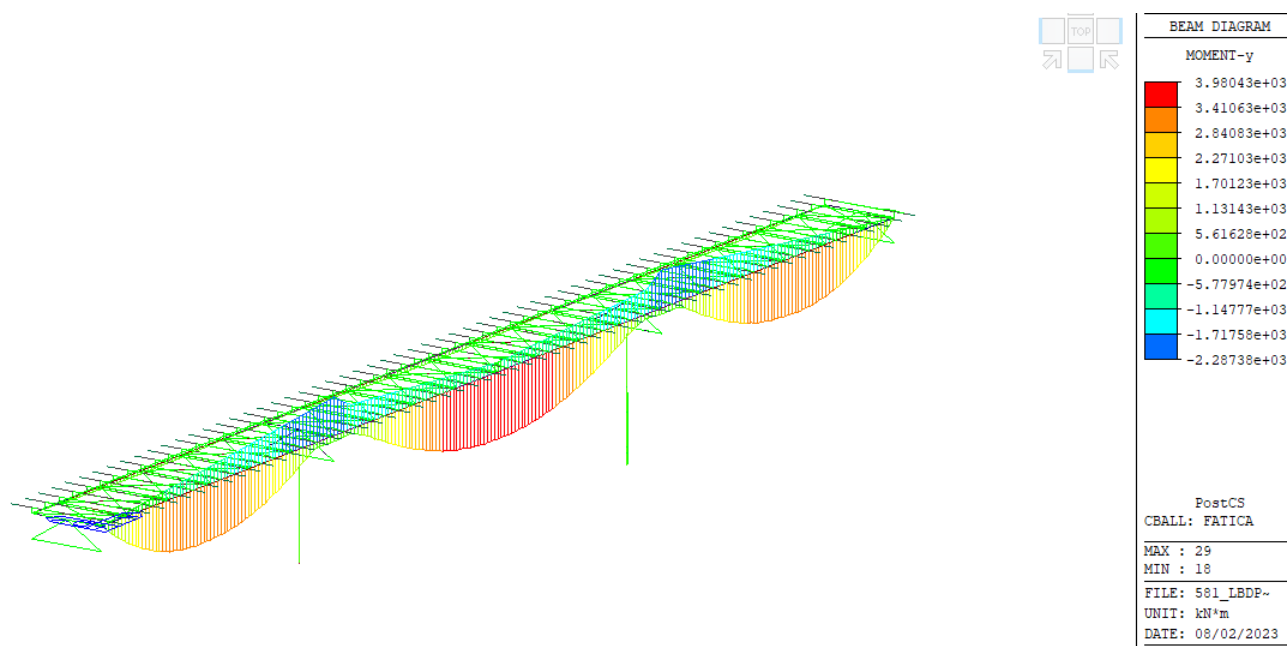


Figure 14 involuppo dei carichi mobili di fatica – momento flettente

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.

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Verifica a vita illimitata

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

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

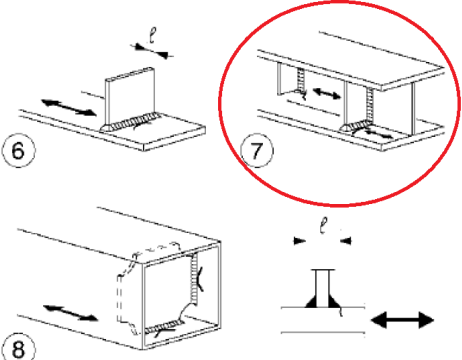
dove $\Delta\sigma_D$ sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

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.

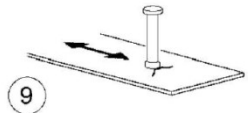
80 (a) 71 (b)		Attacchi trasversali 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda (a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm Le classi sono valide anche per nervature anulari	6) 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

$\Delta\sigma_c = 80$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96$ 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

$\Delta\sigma_c = 80$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96$ MPa limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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 lamiera 6) Giunti trasversali completi di profili laminati, in assenza di lunette di scarico 7) Giunti trasversali di lamiera 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

$\Delta\sigma_c = 90$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 66.33$ 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.

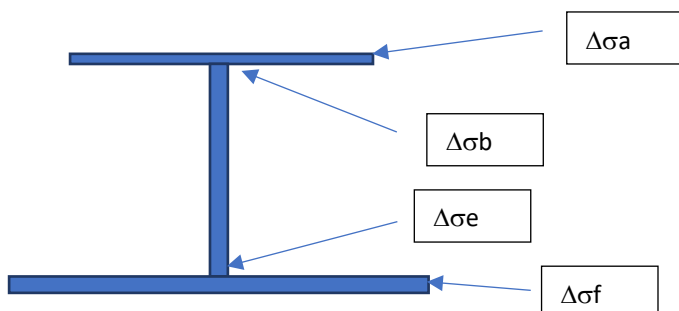
112		3) Saldatura automatica a cordoni d'angolo o a piena penetrazione effettuata da entrambi i lati, ma contenente punti di interruzione/ripresa. 4) Saldatura automatica a piena penetrazione su piatto di sostegno, non contenente punti di interruzione/ripresa	4) Se il dettaglio contiene punti di interruzione/ripresa, si deve far riferimento alla classe 100
-----	--	--	---

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_c = 112$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 82.54$ 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	
$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$	11.41	30.05	13.99	42.31	13.41	41.62
$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$	10.84	29.49	13.22	41.29	12.90	41.11
$\Delta\sigma C$	90	47.37	47.37	47.37	44.73	44.73	44.73
k ampl,sup	k ampl,inf	0.96	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91
	η	0.24	0.63	0.30	0.95	0.30	0.93
$\Delta\sigma C$	90	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13
k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	η	0.22	0.60	0.27	0.84	0.26	0.84
$\Delta\sigma C$	112	58.95	58.95	58.95	55.66	55.66	55.66
k ampl,sup	k ampl,inf	0.96	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91
	η	0.19	0.51	0.24	0.76	0.24	0.75
$\Delta\sigma C$	80	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67
	η	0.26	0.69	0.32	0.97	0.31	0.95

sez.		4		5		6	
$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$	2.55	20.42	13.54	38.05	15.67	41.01
$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$	2.22	20.01	13.09	37.60	15.21	40.55
$\Delta\sigma C$	90	44.73	42.77	44.73	44.73	44.73	44.73
k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.87	0.91	0.91	0.91	0.91
	η	0.06	0.48	0.30	0.85	0.35	0.92
$\Delta\sigma C$	90	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13
k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	η	0.05	0.41	0.27	0.77	0.31	0.83
$\Delta\sigma C$	112	55.66	53.23	55.66	55.66	55.66	55.66
k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.87	0.91	0.91	0.91	0.91
	η	0.05	0.38	0.24	0.68	0.28	0.74
$\Delta\sigma C$	80	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67
	η	0.06	0.47	0.31	0.87	0.36	0.94

18. SOLETTA D'IMPALCATO

La soletta d'impalcato nella sua configurazione finale ha la seguente geometria:

- Larghezza totale di 11.25m
- cordoli laterali da 75cm
- larghezza singola carreggiata da 10.65m

La dimensione degli sbalzi laterali della soletta sono pari a 2.125 m.

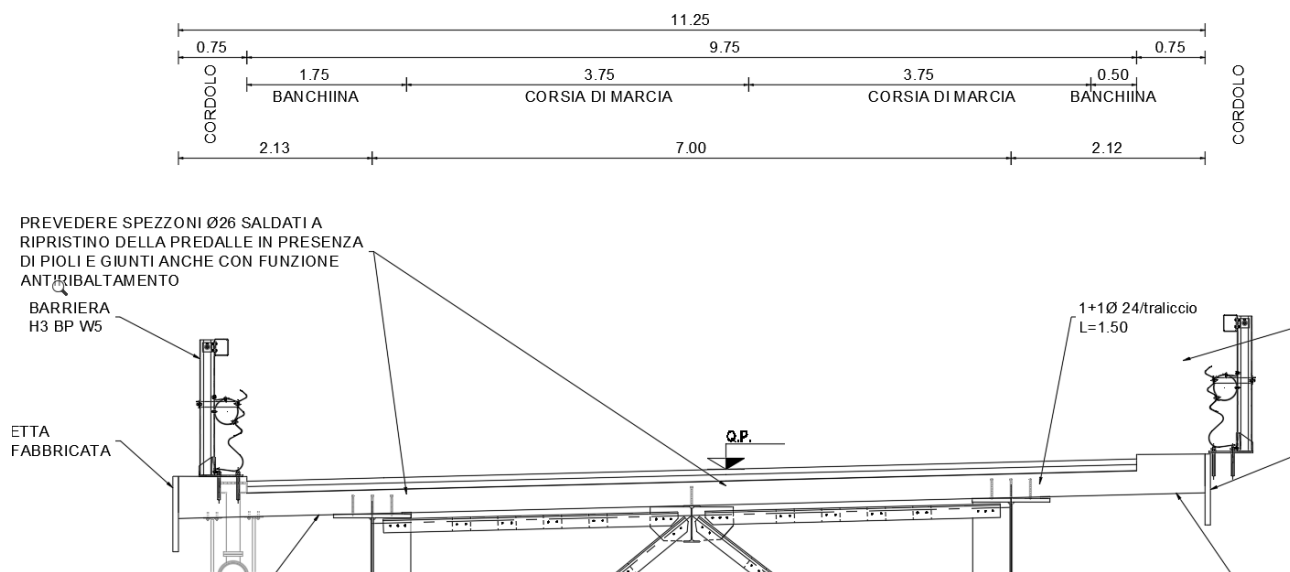
PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





La soletta d'impalcato, avente spessore complessivo pari a 32 cm, viene realizzata mediante getto in opera su predalles collaboranti, aventi spessore 70 mm. Le predalles sono armate con idonei tralicci per sostenere la fase di getto.

18.1. 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.

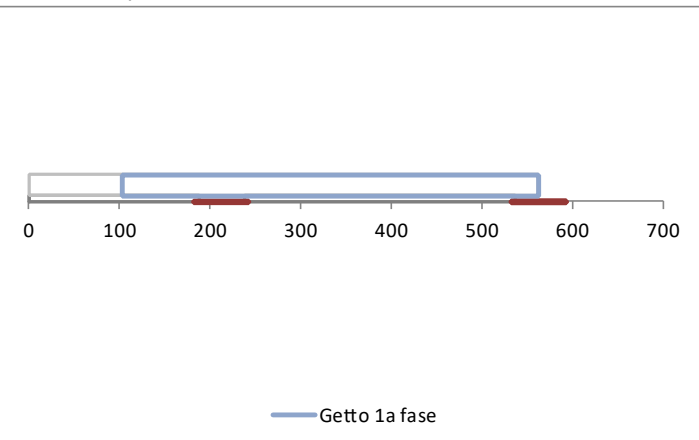
I riferimenti normativi per le verifiche condotte sono da individuarsi come segue:

- Le verifiche di resistenza a flessione sono condotte ai sensi del par. 4.1.2.1.2.4 del DM 17.1.2018;

Verifica della fase di getto

Si considera la sezione con lo sbalzo massimo in corrispondenza della spalla A

Larghezza modulo verifica direzione principale (con tralicci)		B_1	2400		mm					
Larghezza modulo verifica direzione secondaria (senza tralicci)		B_2	1000		mm					
Spessore totale (incluso predalle)		H	320		mm					
Lastra predalle	Presente?	VERO	Materiale	cls	H_p	70	mm	Getto	250	mm
Traliccio tipo 1	12/16/10, H205	Corr.inf.	φ12	Corr.sup.	φ16	Parete	φ10	Htot	205	mm

Dati geometrici																											
Tipo di schema statico			B		sbalzo + campata																						
Larghezza totale			5.63	m																							
Larghezza marciapiede/cordolo sx			0.00	m																							
Spessore aggiuntivo sx			0	cm																							
			0.00	m																							
			0	cm																							
Sbalzo complessivo soletta sx			2.13	m																							
Sbalzo getto sx			MAX 2.13	1.10						m																	
Interasse travi				3.50						m																	
				0.00						m																	
			MAX 0.00	0.00						m																	
				0.00	m																						
Spessore totale fondello			7.0	cm	<table><thead><tr><th></th><th>H [mm]</th><th>Φ_{inf}</th><th>Φ_{sup}</th><th>Φ_{par}</th><th>H utile [mm]</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tipo 1</td><td>205</td><td>12</td><td>16</td><td>10</td><td>205</td></tr><tr><td>Tipo 1</td><td>205</td><td>12</td><td>16</td><td>10</td><td>205</td></tr></tbody></table>						H [mm]	Φ _{inf}	Φ _{sup}	Φ _{par}	H utile [mm]	Tipo 1	205	12	16	10	205	Tipo 1	205	12	16	10	205
	H [mm]	Φ _{inf}	Φ _{sup}	Φ _{par}						H utile [mm]																	
Tipo 1	205	12	16	10						205																	
Tipo 1	205	12	16	10						205																	
Materiale fondello				cls																							
Spessore totale soletta			32	cm																							
Spessore getto			25.0	cm																							
Interasse predalles			2.40	m																							
Numero tralicci / predalle (campata)			6	-																							
Numero tralicci / predalle (appoggio)			6	-																							
Larghezza piattabanda superiore			60	cm																							
Appoggio predalle sulle pb			5	cm																							
					Schema statico transitorio appoggio netto																						

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	numero di barre aggiuntive/traliccio numero di barre aggiuntive/traliccio			
Correnti inferiori	2	Φ12	Af,ci =	226	mm ²				
Di default mettere 0	0	Φ20	Af,i1 =	0	mm ²				
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²				
Predalle metallica		4		0	mm ²				
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	numero di barre aggiuntive/traliccio numero di barre aggiuntive/traliccio			
Traliccio, inferiore	2	Φ12	Af =	226	mm ²				
Di default mettere 0	0	Φ16	Af,i1 =	0	mm ²				
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²				
Predalle metallica		0		0	mm ²				
Di default mettere 0	totale			0	mm ²				
Armatura inferiore		totale		226	mm ²				
					79				
Tralicciatura di parete		2	Φ10.0	passo	200	mm	base	108 mm	

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	32.1 kNm	calcolato in semplice appoggio sulla luce maggiore	
Momento in campata a getto finito, SLU	19.4 kNm		
Momento sull'appoggio, SLU	-28.5 kNm	Momento sullo sbalzo, SLU	-66.65 kNm
Taglio sull'appoggio, SLU	53.2 kN		

Verifiche di resistenza e stabilità 1a fase					
Campata					
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	-26	kN	$\sigma_{s,sup}$	-130 MPa	σ_s -84 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	26	kN	$\sigma_{s,inf}$	115 MPa	σ_s 75 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barre superiori N,Ed sup =	-26.1	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 =	13.1	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)	23	kN	σ_s	115 MPa	σ_s 75 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	-23	kN	σ_s	-103 MPa	σ_s -67 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barra superiore N,Ed sup =	23.2	kN	OK!	< 79 kN	par. 4.2.4.1.2 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 =	-11.6	kN	OK!	< 12.3 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008
N,Ed aggiuntiva 1 =	0.0	kN			
N,Ed aggiuntiva 2 =	0.0	kN			
N,Ed predalle =	0.0	kN			
Barra di parete N,Ed parete =	-5	kN	OK!	< 17 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008

18.1.1. CARICHI PERMANENTI

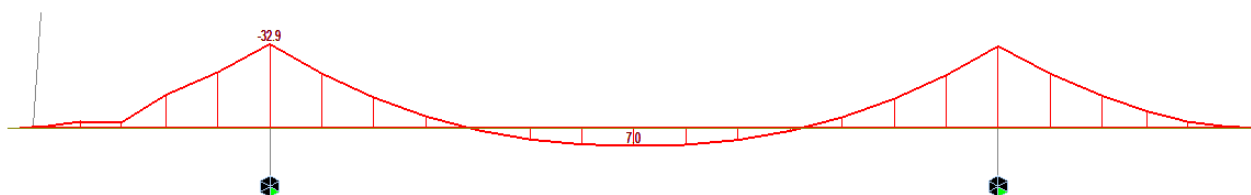


Diagramma dei momenti flettenti per carichi permanenti

-Momento negativo sulla trave esterna: -32.9 kNm/m

-Momento positivo tra le travi: 7 kNm/m

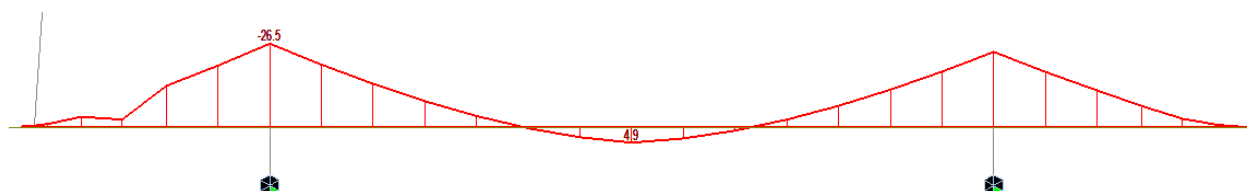


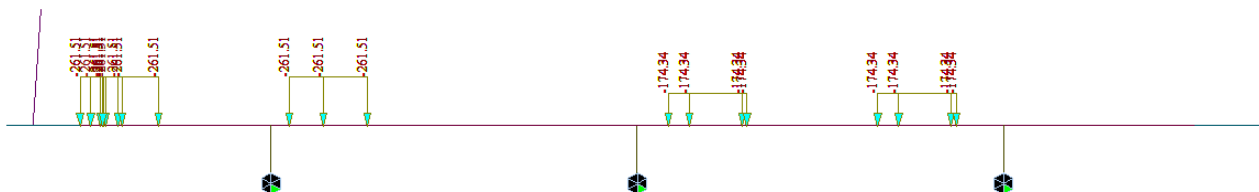
Diagramma dei momenti flettenti per carichi permanenti

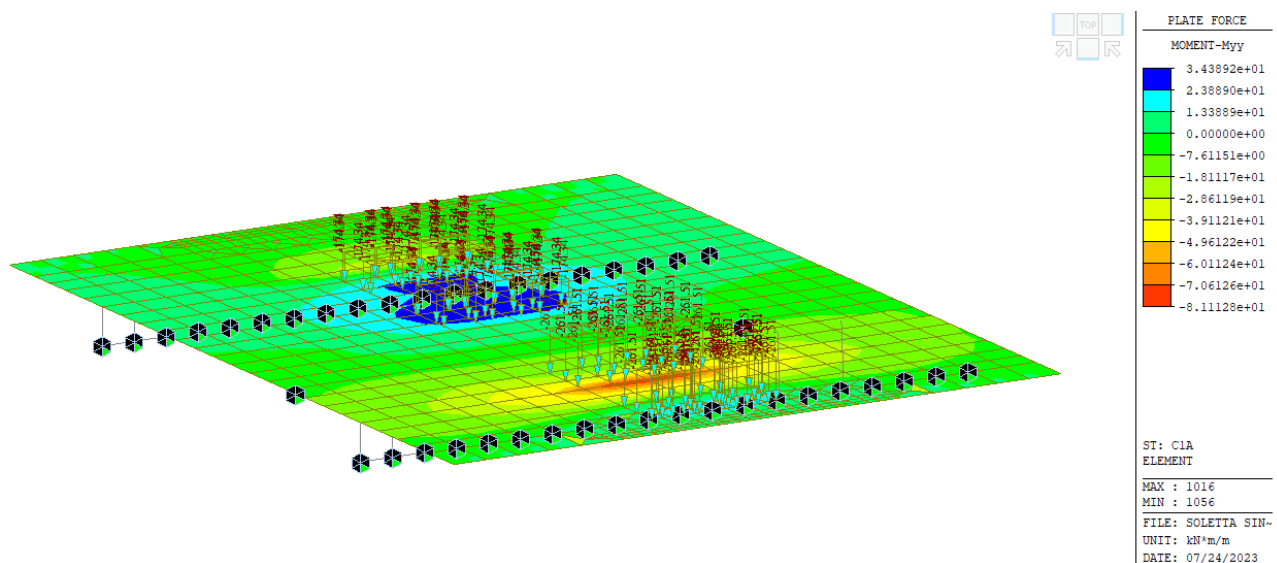
-Momento negativo sulla trave esterna: -26.5 kNm/m

-Momento positivo tra le travi: 4.9 kNm/m

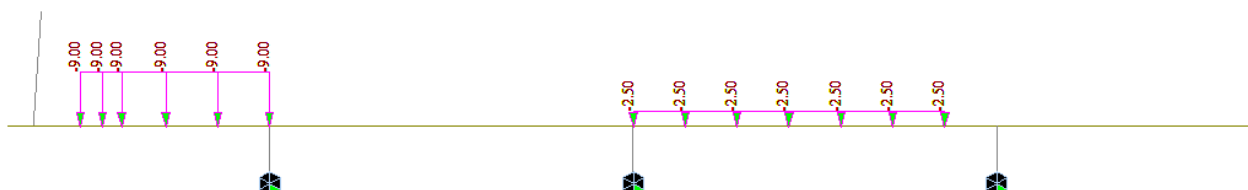
18.1.2. CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO NEGATIVO SULLA TRAVE ESTERNA

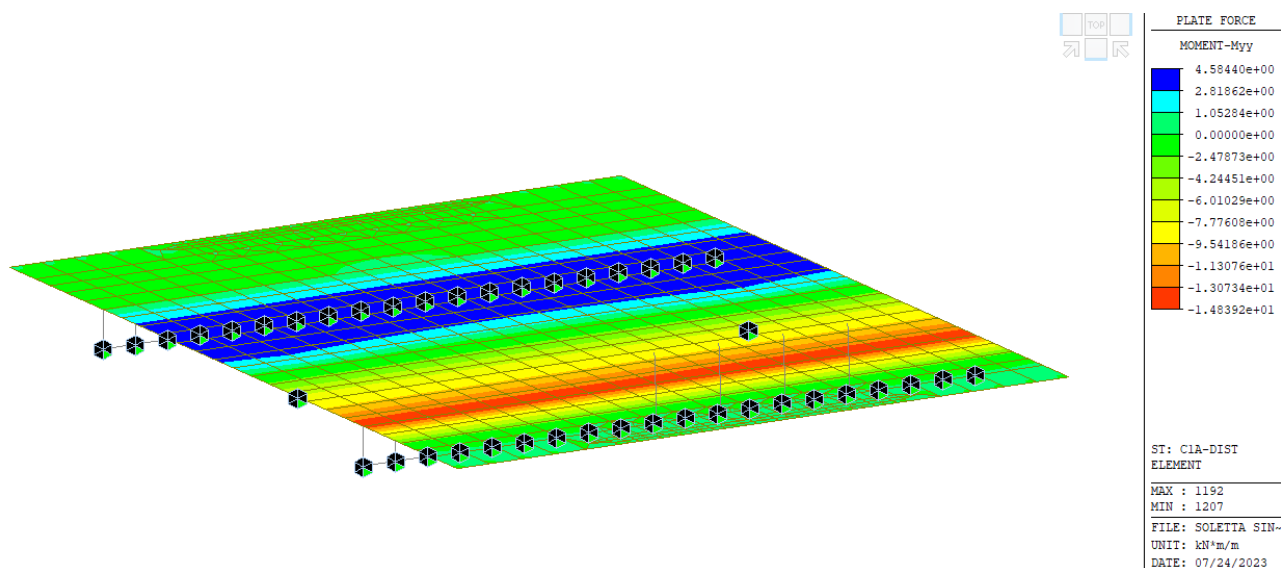
1.1.1.1 Condizione C1a





Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico tandem





Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico distribuito

1.1.1.1 verifica a momento negativo

Il momento negativo slu massimo è pari a:

$$M_{pos}: 33 \times 1.35 + 26.5 \times 1.5 + (14.8 + 81.1) \times 1.35 = 213.8 \text{ kNm/m}$$

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	32

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.67	5
2	15.71	28

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0 kN
M _{xEd}	-213.8	0 kNm
M _{yEd}	0	0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

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}	19.83 N/mm²
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8 ?
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	13.5 N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0.8
		τ_{c1}	2.257

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

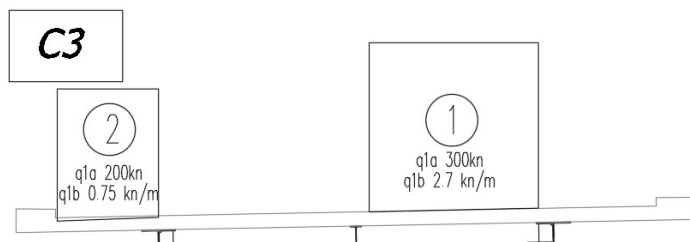
L₀ cm **Col. modello**

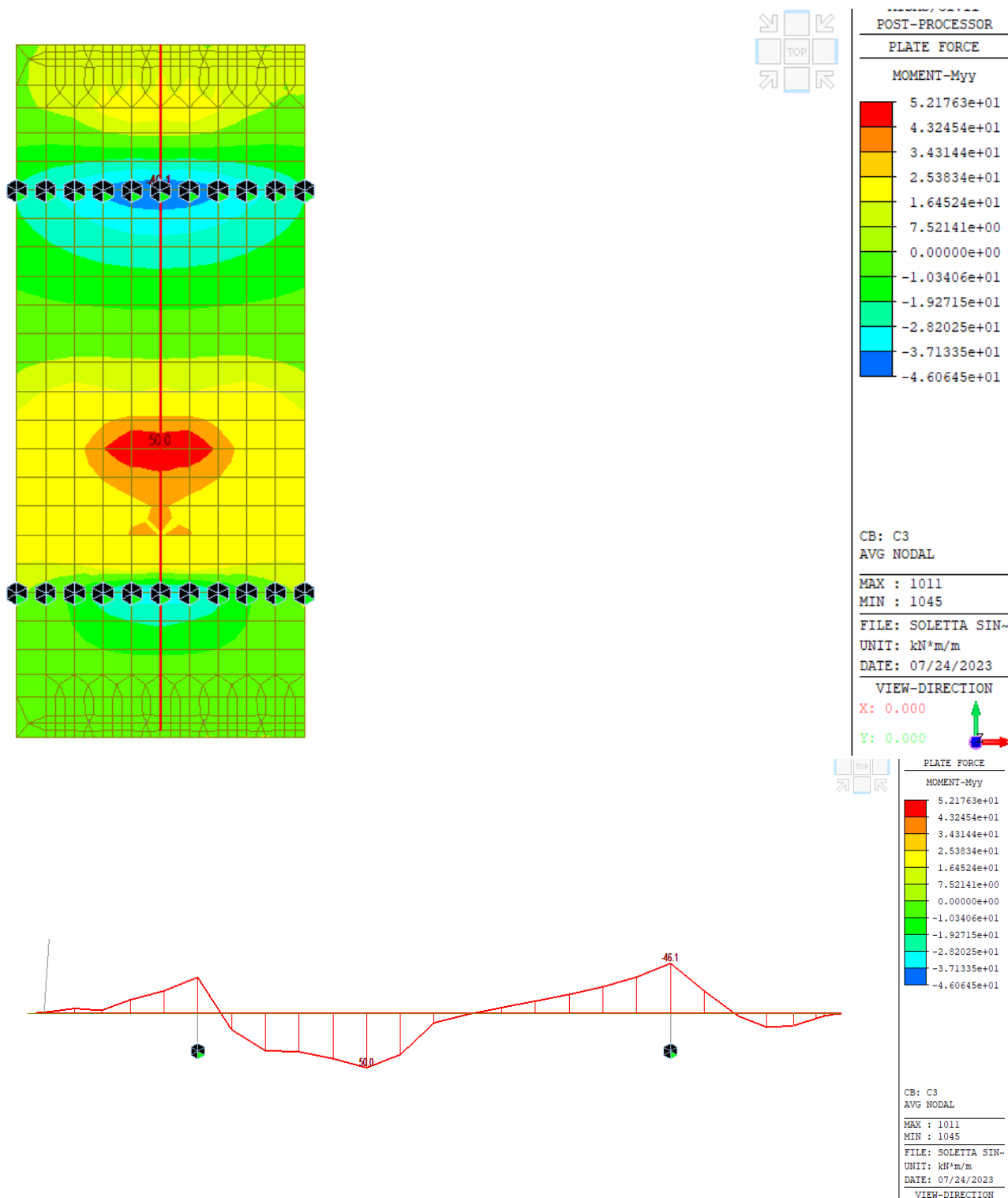
M-curvatura

☐ Precompresso

18.1.3. CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO POSITIVO

1.1.1.2 Condizione C3





Andamento dei momenti flettenti per effetto del carico mobile

1.1.1.3 verifica a momento positivo

Il momento positivo slu massimo è pari a:

$$M_{pos}: 7 \times 1.35 + 4.9 \times 1.5 + 52 \times 1.35 = 87 \text{ kNm/m}$$

Titolo: _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	32

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	19.01	28

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

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

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C35/45**
 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} 19.83
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 13.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.8
 τ_{c1} 2.257

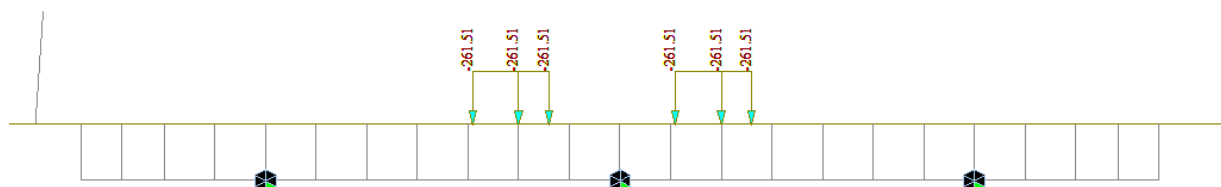
M_{xRd} 194.2 kN m
 σ_c -19.83 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 16.89 ‰
d 28 cm
x 4.806 x/d 0.1717
 δ 0.7

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

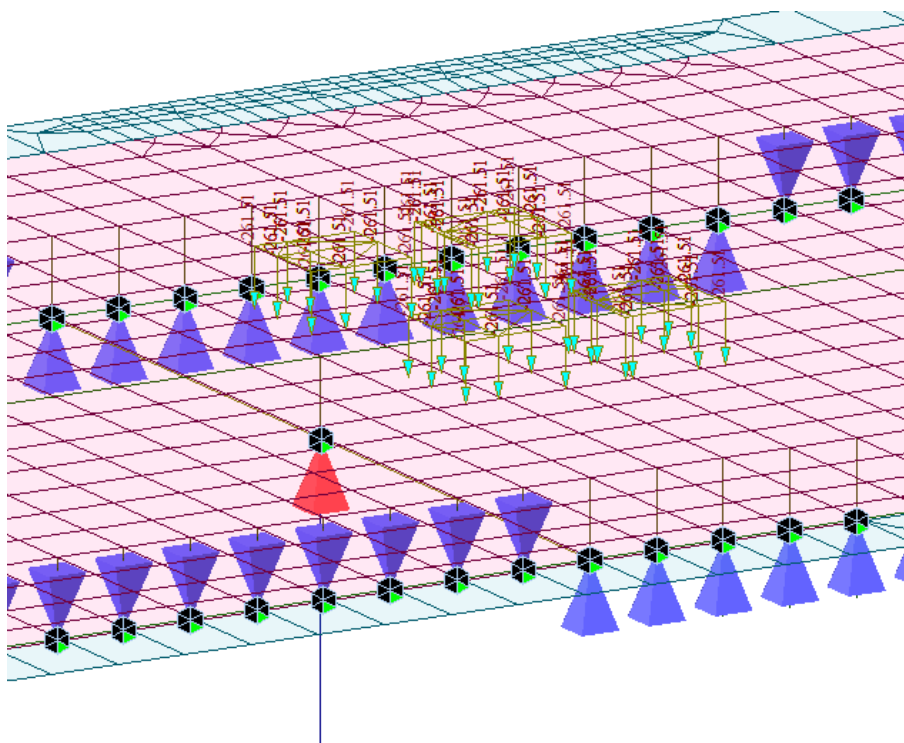
Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

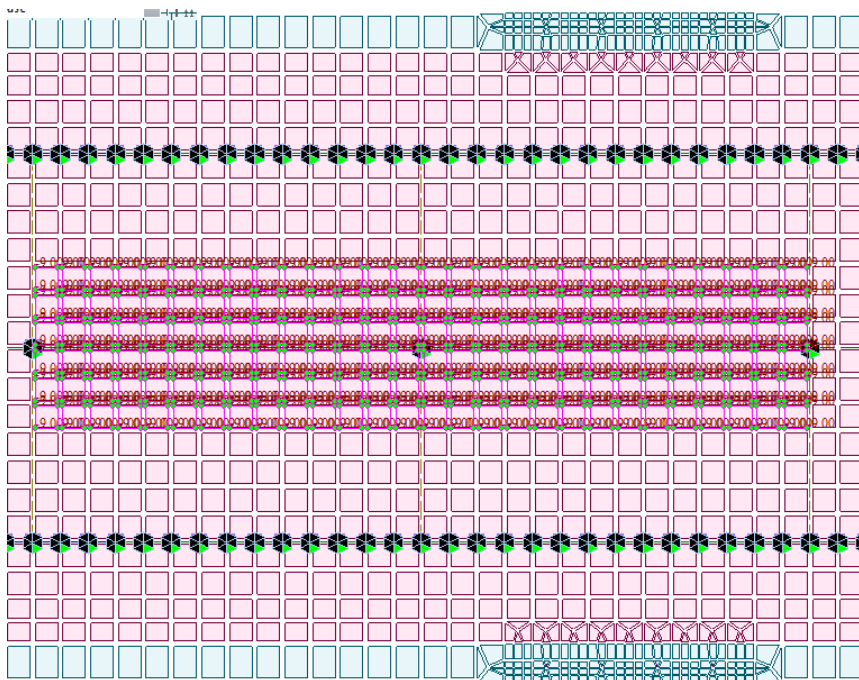
18.1.4. CONDIZIONE DI MASSIMO CARICO IN CORRISPONDENZA DELLA LONGHERINA



Spostando il carico in adiacenza al traverso lo sforzo massimo dei tandem che si trasmette al diaframma inferiore è pari a 451 kN



Spostando il carico in adiacenza al traverso lo sforzo massimo dei carichi distribuiti che si trasmette al diaframma inferiore è pari a 259 kN.



Globalmente l'azione dei carichi mobili da ripartire è pari a $451+259=710$ kN

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl


cooprogetti

 **engeko**

 **AIM**
Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

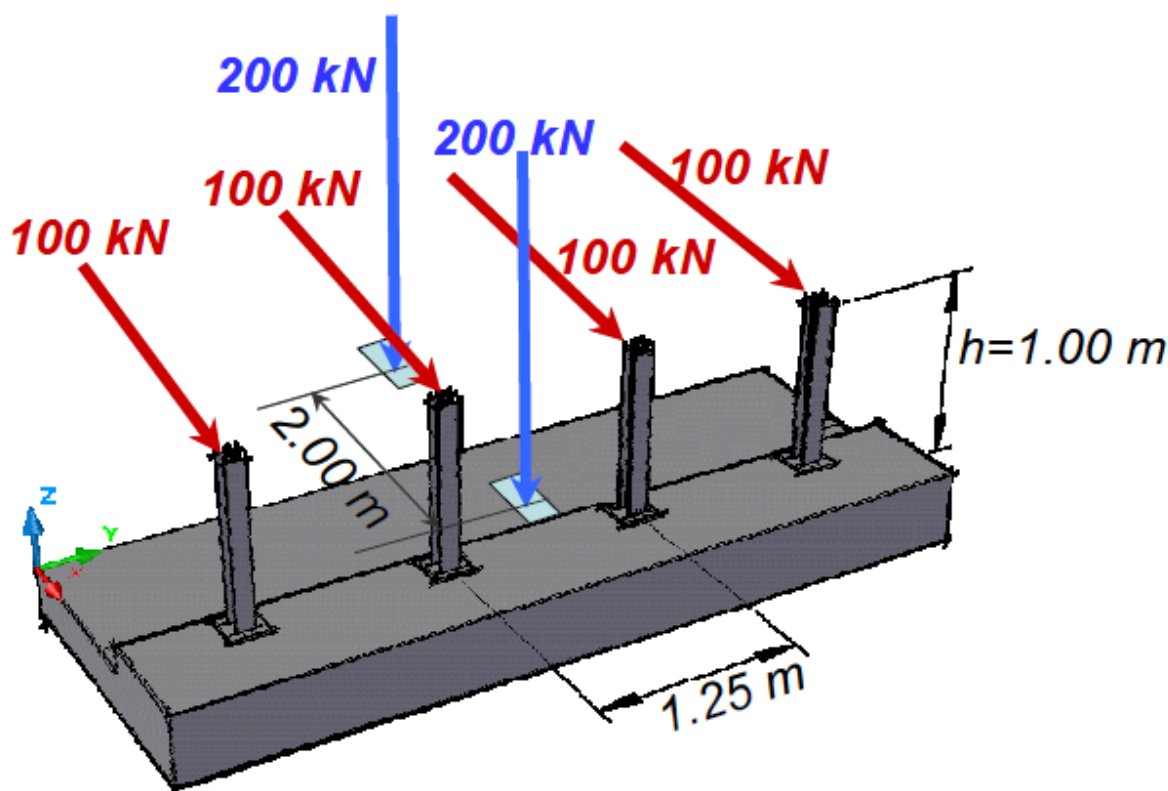
A questa azione si aggiunge il contributo dei carichi permanenti valutati per area di influenza, pari a

Pesi propri: $25 \times 0.32 \times 6 \times (7.5/2) = 180 \text{ kN}$

Pavimentazione: $24 \times 0.11 \times 6 \times (7.5/2) = 59 \text{ kN}$

18.1.5. 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.

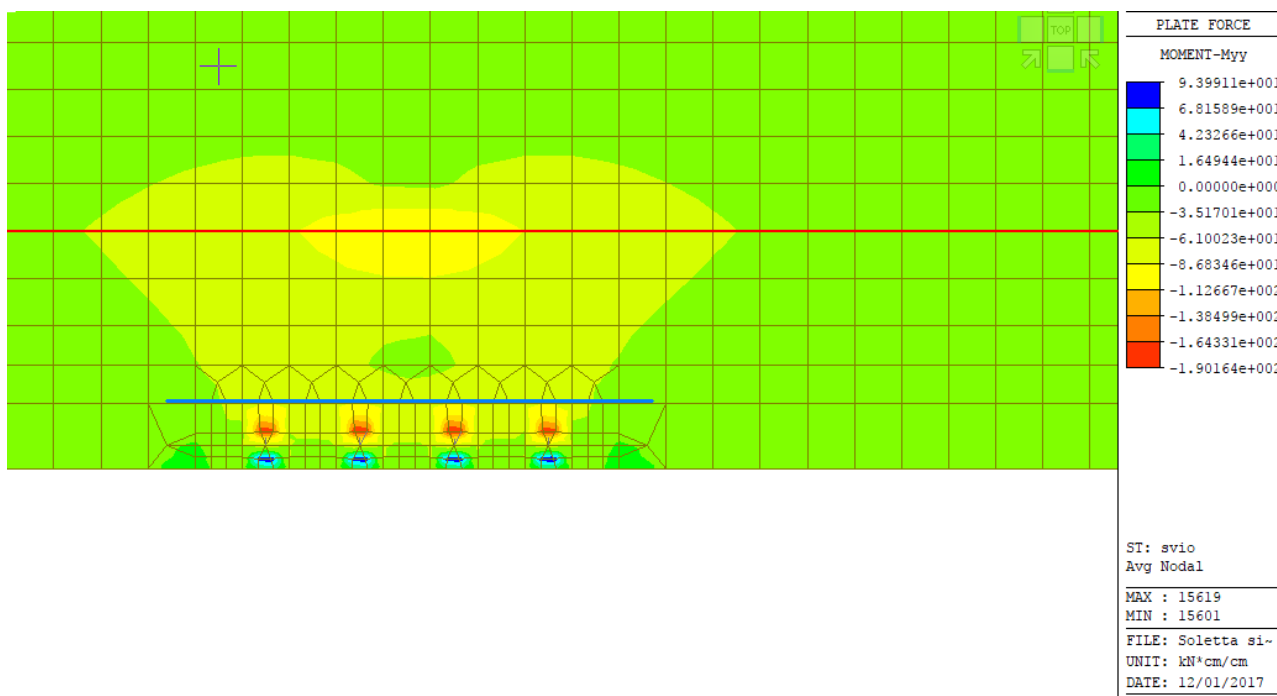


Diagramma del momento flettente (in rosso l'asse trave – in blu la sezione di spiccato del cordolo)

Il valore del momento flettente in corrispondenza della trave è pari a 89 kNm/metro minore del valore utilizzato per verificare lo sbalzo della soletta.

In corrispondenza della sezione di spiccato la sollecitazione flettente è pari a 50 kNm/metro ed una trazione di 1.2 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
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ **Metodo n**

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

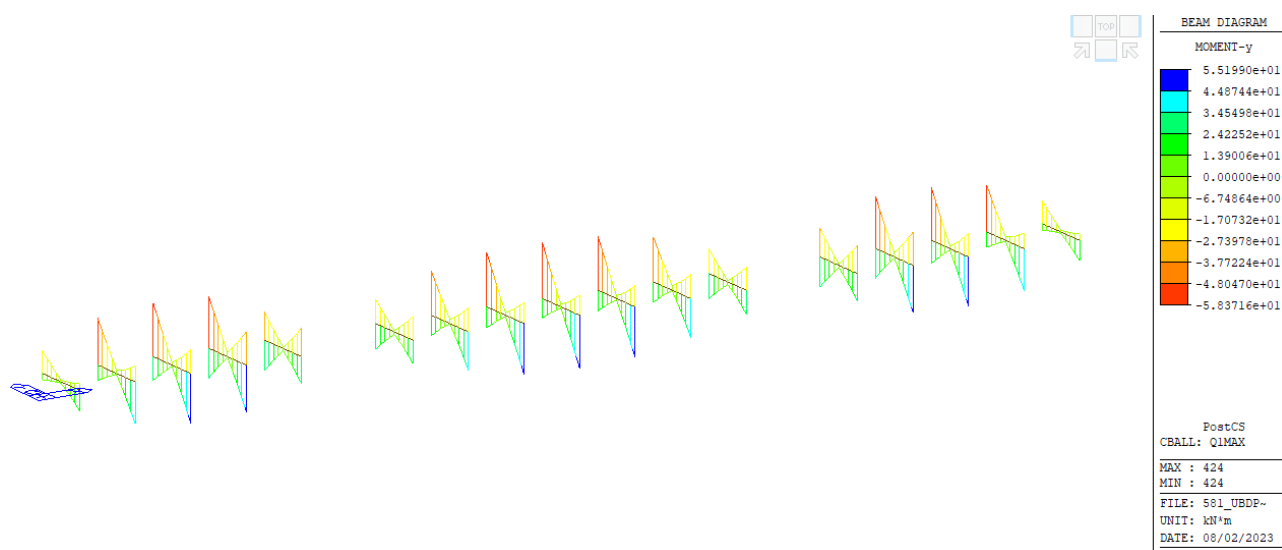
Materiali
B450C **C35/45**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

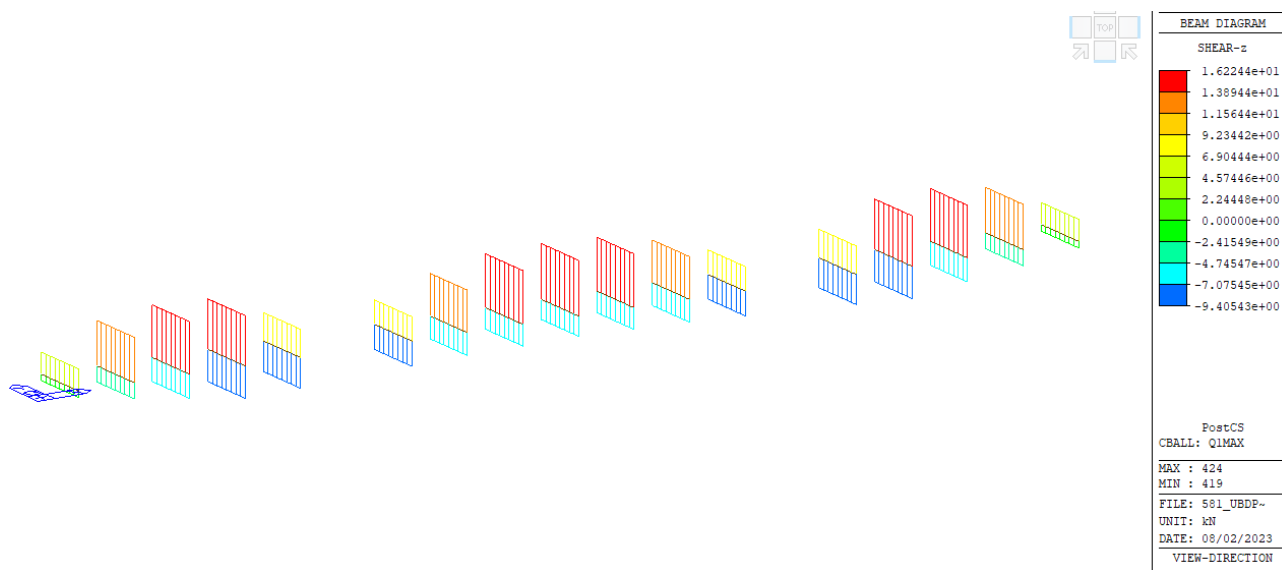
M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x **x/d**
 δ

19. TRAVERSI

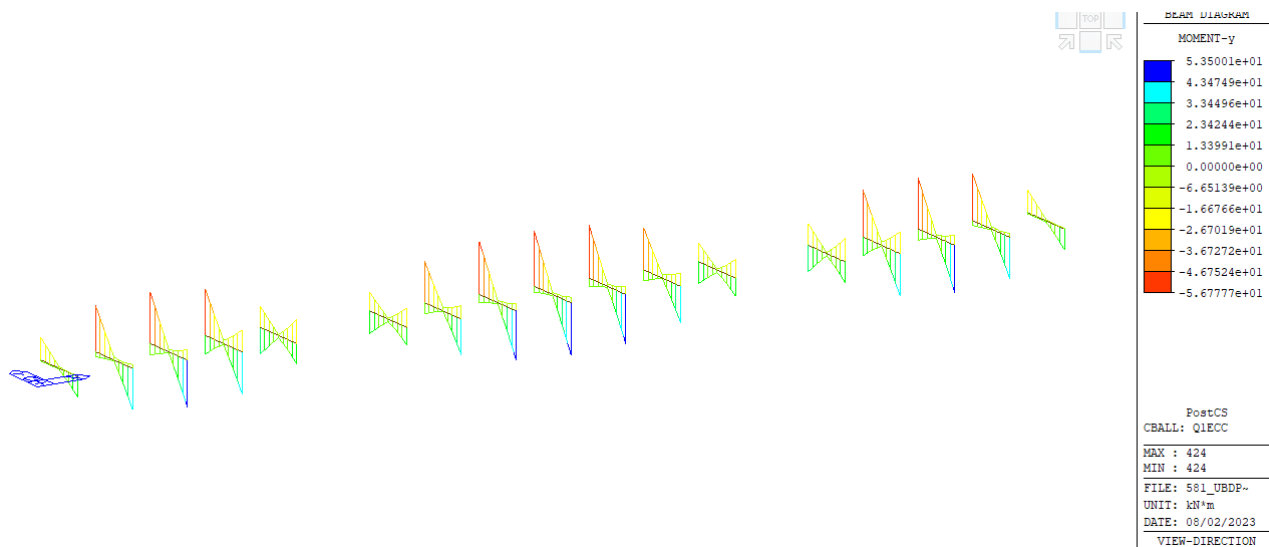
19.1. TRAVERSO CORRENTE

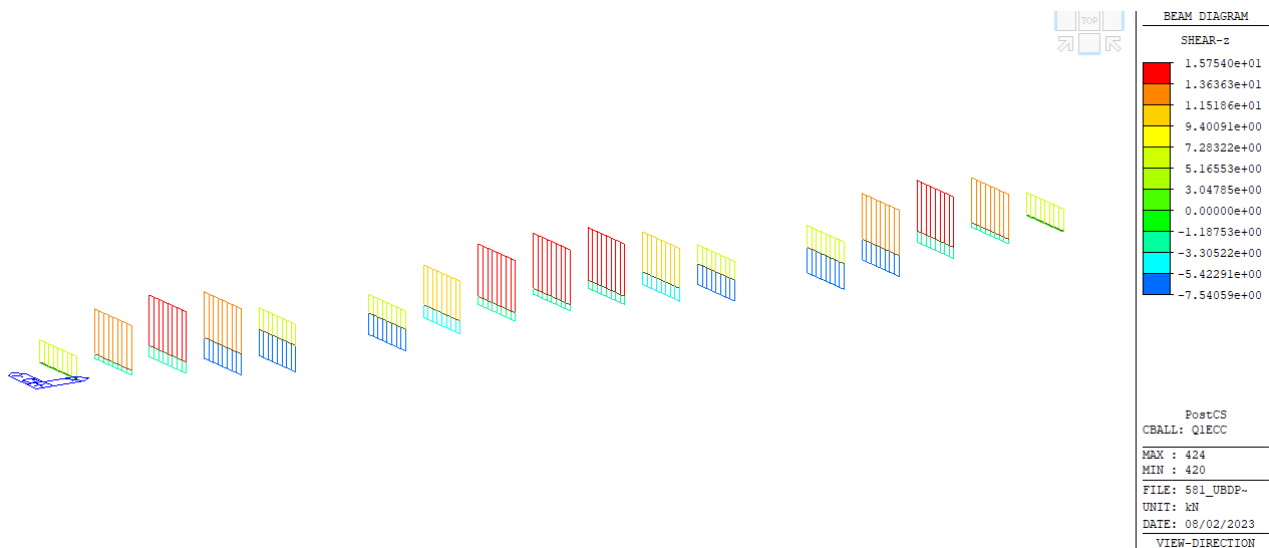
Per il dimensionamento del traverso corrente si considera lo stato di sollecitazione derivante dal comportamento globale sotto l'effetto dei carichi mobili:





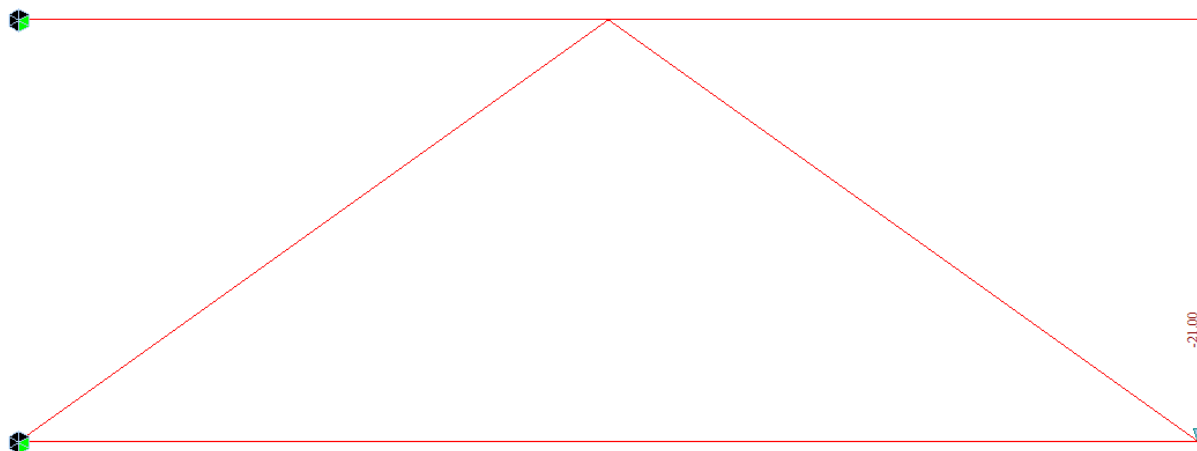
Sforzi di flessione e taglio in condizione di carico mobile massimo

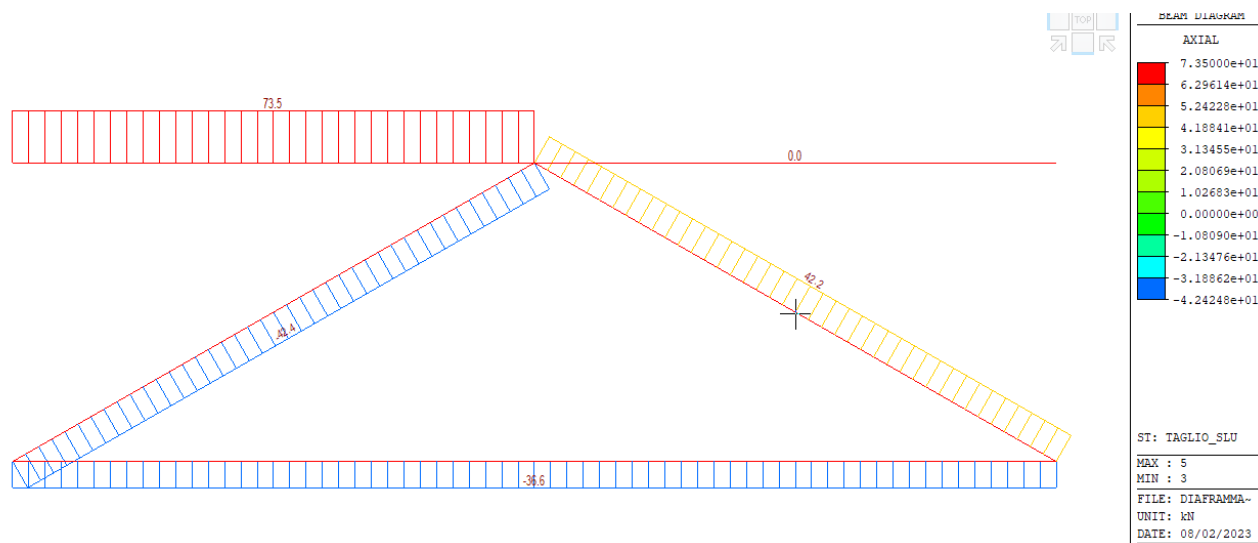




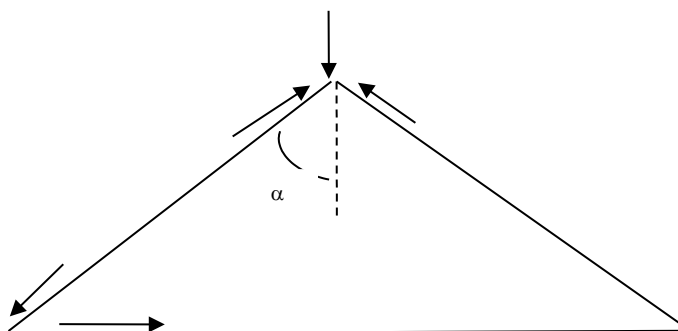
Sforzi di flessione e taglio in condizione di carico mobile eccentrico

Il momento flettente massimo è pari a 58 kNm mentre il taglio massimo è pari a 16.5 kN.
Il momento flettente si ripartisce sui correnti, considerando una altezza media di 2m si ha:
 $56 \times 1.35 / 2 = 39.15$ kN di sforzo.
L'azione di taglio $16.5 \times 1.35 = 21.8$ kN viene ripartita nel seguente modo:





Allo sforzo globale si aggiunge quello locale trasmesso dalla longherina, tramite il seguente schema:



Dove, essendo P lo sforzo trasmesso dalla longherina, lo sforzo del diagonale è pari:

$$N_{diag} = (P/2) / \cos(\alpha)$$

Lo sforzo di trazione nel corrente inferiore è pari a:

$$N_{corr} = N_{diag} \cos(90 - \alpha)$$

Per ricapitolare:

Htrav e	2	sle	corrente	Diag	slu	corrente	Diag
Mslu		58	29.0		78.3	39.2	
Tslu		16.5	31.1	26.7	22.3	42.0	36.1
longherina		949	1065.7	1166.6		1448.7	1585.8
			1125.9	612.7		1529.8	1621.9

Si riporta di seguito la verifica dei profili:

CORRENTE SUPERIORE			CORRENTE inferiore			DIAGONALE		
8,115	-8,115	SLU	152,984	-8,115	SLU	162,189	-162,189	SLU
6,011	-6,011	SLE variabile	112,586	6,011	SLE	120,140	-120,140	SLE variabile
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.081	COMPRESSIONE	OK	0.140	COMPRESSIONE	OK	0.996
TRAZIONE	OK	0.037	TRAZIONE	OK	0.531	TRAZIONE	OK	0.563
lunghezza dell'asta	350	cm	lunghezza dell'asta	700	cm	lunghezza dell'asta	355	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 120 x 15		profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente		
A (singolo profilo) =	33.93	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	3.51	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	3.51	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	444.90	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	444.90	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 _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	68	cm ²	A (composizione) =	86.04	cm ²	A (composizione) =	86	cm ²
J _x (composizione) =	890	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴
J _y (composizione) =	2,121	cm ⁴	J _y (composizione) =	3,947	cm ⁴	J _y (composizione) =	3,947	cm ⁴
J _{max} (composizione) =	2,121	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	3,947	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	3,947	cm ⁴
J _{min} (composizione) =	890	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴
Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	342	342	L0 =	700	700	L0 =	355	355
i _{min} [cm] =	3.6	5.6	i _{min} [cm] =	4.6	6.8	i _{min} [cm] =	4.6	6.8
passo imbottiture =	54.3	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	94.3	61.1	λ geometrica =	153.2	103.3	λ geometrica =	77.7	52.4
f _y [DaN/cm2] =	3550	3550	f _y [DaN/cm2] =	3550	3550	f _y [DaN/cm2] =	3550	3550
N _{cr} [DaN] =	158,136	376997.9	N _{cr} [DaN] =	75,976	166959.9	N _{cr} [DaN] =	295,404	649159.6
λ ^a =	1.234	0.8	λ ^a =	2.005	1.4	λ ^a =	1.017	0.7
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.3
Φ =	1.438	0.9	Φ =	2.817	1.6	Φ =	1.156	0.8
χ =	0.460	0.7	χ =	0.209	0.4	χ =	0.586	0.8
N _b ,R _d [daN] =	100,716	158,742	N _b ,R _d [daN] =	57,901	111,733	N _b ,R _d [daN] =	162,819	219,804
N _b ,E _d [daN] =	8,115	8,115	N _b ,E _d [daN] =	8,115	8,115	N _b ,E _d [daN] =	162,189	162,189
N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.081	0.051	N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.140	0.073	N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.996	0.738

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	1.5	NTC	gioco foro bullone	1.5	NTC	gioco foro bullone	1.5	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	60	cm ²	A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	78	cm ²
Nt,Rd =	221,091	DaN	Nt,Rd =	287,848	DaN	Nt,Rd =	287,848	DaN
β =	0.5196		β =	0.6137		β =	0.5196	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	8,115	DaN	Nt,Ed =	152,984	DaN	Nt,Ed =	162,189	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.037		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.531		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.563	
Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
Disposizione bulloni / geo	quinconce	e	Disposizione bulloni	quinconce	d	Disposizione bulloni	quinconce	e
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	50	50	e1 [mm]	50	50	e1 [mm]	50	50
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	55	55	e2 [mm]	45	45	e2 [mm]	55	55
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	70	70	p1 [mm]	100	100	p1 [mm]	70	70
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	210	210	p2 [mm]	45	45	p2 [mm]	210	210
	max 210	max 210		OK	OK		max 210	max 210
L [mm]	213	213	L [mm]	67	67	L [mm]	213	213
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	1	bulloni	n° min taglio =	5	bulloni	n° min taglio =	5	bulloni

Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
α _{est} =	0.65	0.65	α _{est} =	0.65	0.65	α _{est} =	0.65	0.65
α _{int} =	0.67	0.67	α _{int} =	1.00	1.00	α _{int} =	0.67	0.67
kest =	2.50	2.50	kest =	2.50	2.50	kest =	2.50	2.50
kint =	2.14	2.14	kint =	2.50	2.50	kint =	2.14	2.14
Fb, Rd (bordo) [DaN] =	24,000	48,000	Fb, Rd (bordo) [DaN] =	24,000	48,000	Fb, Rd (bordo) [DaN] =	24,000	48,000
Fb, Rd (interni) [DaN] =	20,934	41,868	Fb, Rd (interni) [DaN] =	36,720	73,440	Fb, Rd (interni) [DaN] =	20,934	41,868
F Rd, rifollamento =	20,934	DaN	F Rd, rifollamento =	24,000	DaN	F Rd, rifollamento =	20,934	DaN
n° min rifollamento =	1	minimo su piastra	n° min rifollamento =	7	minimo su piastra	n° min rifollamento =	8	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B
μ	0.3		μ	0.3		μ	0.3	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN
F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN
Nt,Ed =	6,011	DaN	Nt,Ed =	112,586	DaN	Nt,Ed =	120,140	DaN
n° min attrito =	1		n° min attrito =	9		n° min attrito =	9	

19.2. TRAVERSI IN PILA

La sollecitazione dei traverzi in appoggio deriva dalle azioni orizzontali (vento e sisma) e dalla azione trasmessa dalla longherina della soletta.

Per il sisma la sollecitazione massima nei diagonali è di 390 kN a cui vanno aggiunti le azioni trasmesse dalla longherina .

Mentre per il corrente inferiore la sollecitazione massima è di 685 kN in condizione SLU.

Htrav e	2	sle	corrente	Diag	slu	corrente	Diag
	Mslu						
	Tslu		507.4	288.9		685.0	390.0
	longherina	949	1065.7	1166.6		1448.7	1585.8
			1573.2	1455.5		2133.7	1975.8

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

CORRENTE			DIAGONALE		
213,369	-213,369	SLU	197,579	-197,579	SLU
157,315	-158,051	SLE	145,549	-145,549	SLE variabile
RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.848	COMPRESSIONE	OK	0.841
TRAZIONE	OK	0.421	TRAZIONE	OK	0.561
lunghezza dell'asta	700	cm	lunghezza dell'asta	355	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 180 x 15	
Tipo composizione	I		Tipo composizione	E	
Quattro angolari a croce			Due angolari accoppiati orizzontalmente		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	52.10	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.98	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.98	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) =	1590.00	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	1590.00	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) =	104	cm ²
J _x (composizione) =	9,282	cm ⁴	J _x (composizione) =	3,180	cm ⁴
J _y (composizione) =	9,282	cm ⁴	J _y (composizione) =	7,555	cm ⁴
J _{max} (composizione) =	9,282	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	7,555	cm ⁴
J _{min} (composizione) =	9,282	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	3,180	cm ⁴
Sp. piatto collegamento =	3	cm	Sp. piatto collegamento =	3	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 =	700	700	L0 =	355	355
i_min [cm] =	7.3	7.3	i_min [cm] =	5.5	8.5
passo imbottiture =	110.2	cm	passo imbottiture =	82.9	cm
β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	95.3	95.3	λ geometrica =	64.3	41.7
f _y [DaN/cm2] =	3550	3550	f _y [DaN/cm2] =	3550	3550
N _{cr} [DaN] =	392,604	392604.2	N _{cr} [DaN] =	522,985	1242566.9
λ^ =	1.247	1.2	λ^ =	0.841	0.5
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.3
Φ =	1.456	1.5	Φ =	0.963	0.7
χ =	0.453	0.5	χ =	0.699	0.9
N _b ,R _d [daN] =	251,619	251,619	N _b ,R _d [daN] =	235,004	290,357
N _b ,E _d [daN] =	213,369	213,369	N _b ,E _d [daN] =	197,579	197,579
N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.848	0.848	N _{Ed} /N _{Rd} [daN] =	0.841	0.680

Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	8		n° fori =	2	
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} =	97	cm ²
Nt,Rd =	506,295	DaN	Nt,Rd =	352,295	DaN
β =	0.5526		β =	0.6137	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	213,369	DaN	Nt,Ed =	197,579	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.421		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.561	
Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
bulloni M	27	10.9	bulloni M	24	10.9
Disposizione bulloni	quinconce	c	Disposizione bulloni	quinconce	d
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	50	50	e1 [mm]	50	50
	OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	45	45	e2 [mm]	45	45
	OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	90	90	p1 [mm]	100	100
	OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	45	45	p2 [mm]	45	45
	min 69	min 69		OK	OK
L [mm]	64	64	L [mm]	67	67
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	22,902	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd _{tot}	45,804	daN	Fv,s Rd _{tot}	36,191	daN
n° min taglio =	5	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni

19.3. TRAVERSO DI SPALLA

Il traverso di spalla viene realizzato da una trave piena con piattabande 500x40 ed anima da 20mm per una altezza lorda di 1900mm e collegata in sommità alla soletta per garantirne il supporto nella zona di giunto.

Lo stato di sollecitazione prevalente è costituito dai carichi mobili paragonabili ad una azione concentrata di 1290 kN allo slu agente in mezzzeria, il momento flettente che ne risulta è pari a_

$$M=1290 \times 7/4 = 2257 \text{ kNm}$$

Caratteristiche del traverso					
h	190	cm	Area	764.0	cm ²
tw	2	cm	lyy _{tot}	4,603,300	cm ⁴
b _{pb}	50	cm	lzz	83,460	cm ⁴
sp _{pb}	4	cm			
b _{pb}	50	cm	L	530	cm
sp _{pb}	4	cm	lyy _{anima}	1143167	cm ⁴

	Axial [kN]	Shear-y [kN]	Shear-z [kN]	Torsion [kNm]	Moment-y [kNm]
Mpos			645		2,257

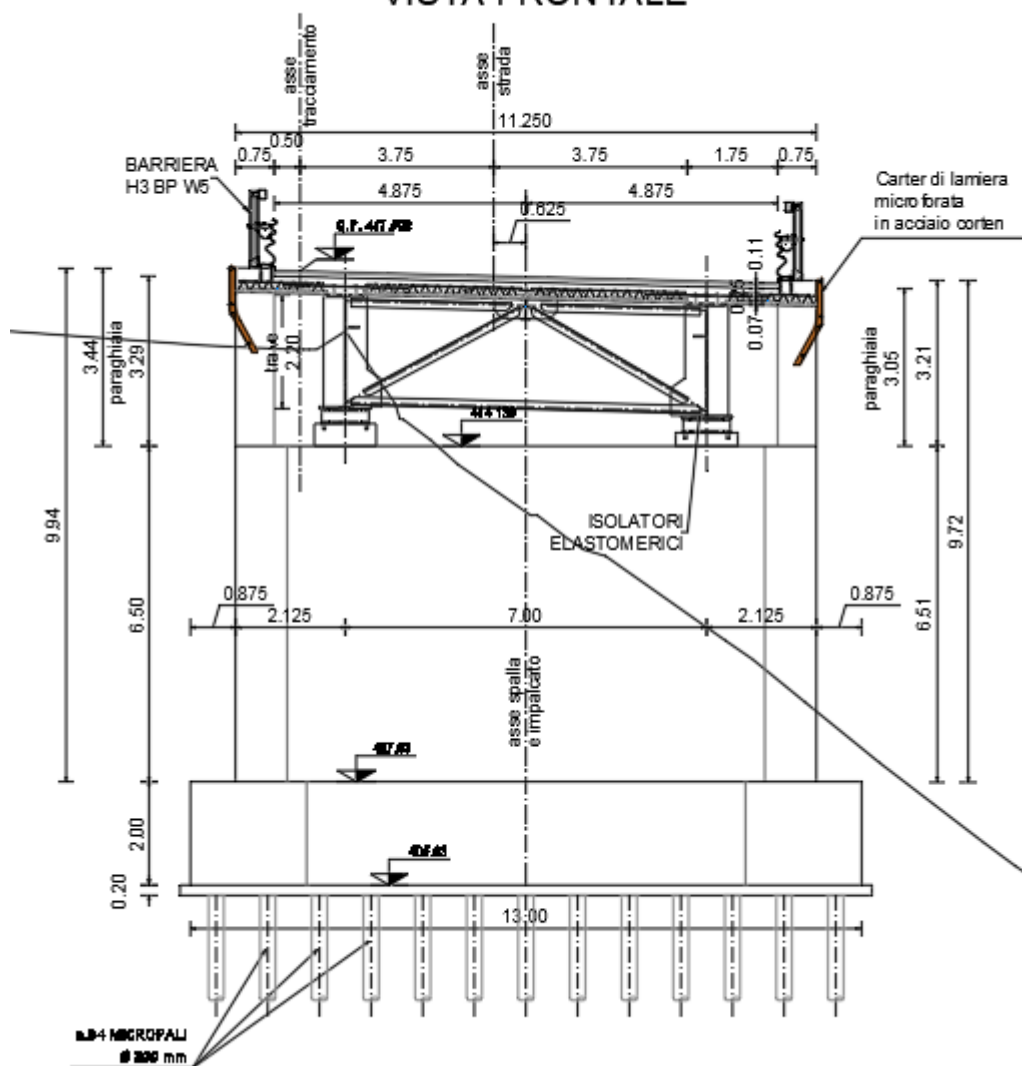
N/A [N/mm2]	Mz/Wz [N/mm2]	TOT [N/mm2]	η1	η3
0.00	46.58	46.58	0.14	0.10
			0.14	0.14

Stabilità a taglio dell'anima (C4.2.54-56)					
a	7000	mm	α	3.846	η 1.2
hw	1820	mm	n°irrigiditori	0	ε 0.814
tw	20	mm	ΣJsl [mm ⁴]	0	γM1 1.1
σε	22.9	MPa	kτl	0.000	fy [MPa] 355
τcr	128.7	MPa	kτ	5.610	
λw	1.262	parametro di snellezza (C4.2.50) per montanti d'appoggio rigidi			
χv	0.698	coeff. di instabilità per l'anima (C4.2.VII)			
hw/t	91.0	>	48.8	da verificare all'instabilità per taglio	
Vb,Rd [kN]	4736	kN	VEd [kN]	1620	OK

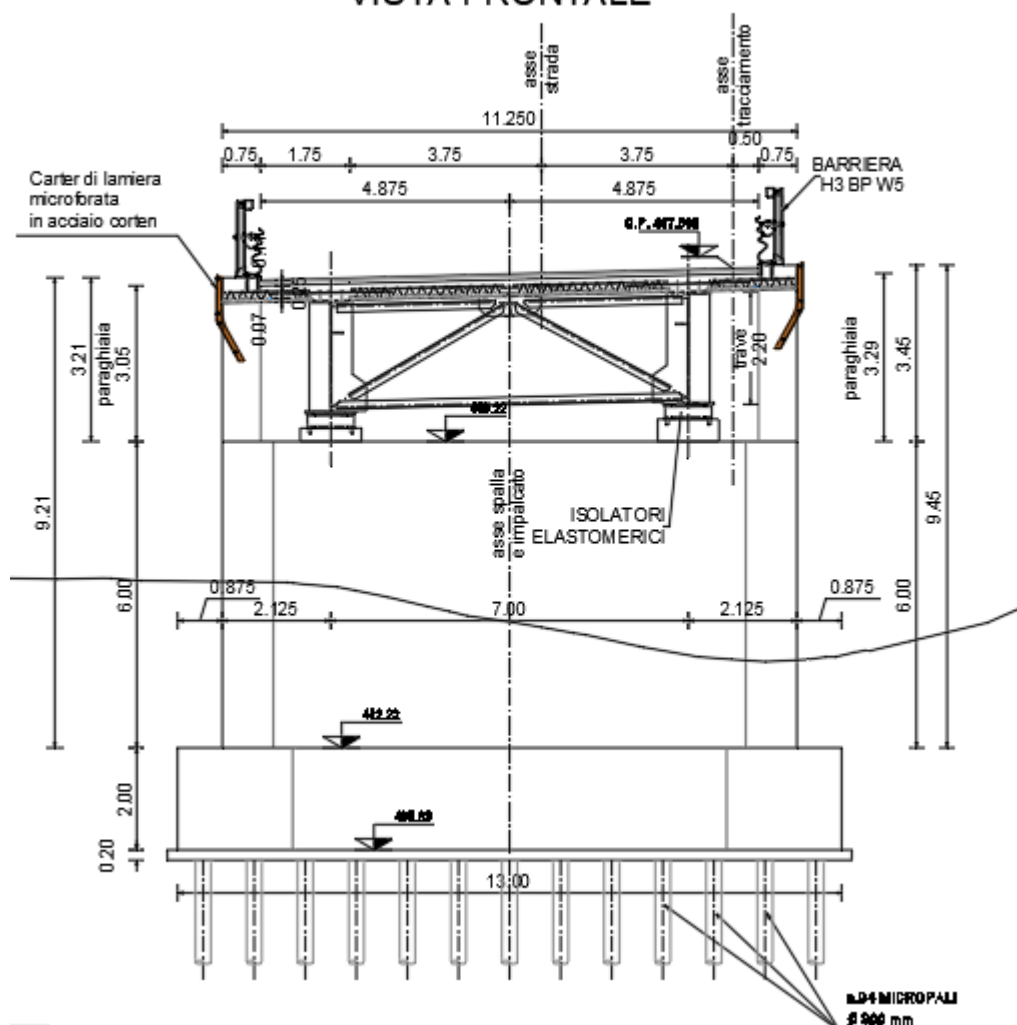
20. SPALLA

La spalla è costituita da un muro frontale con altezza di 2m per la S1 ed 1m per la S2 e spessore di 2.5m supportato su di un plinto di 2m di spessore fondato su micropali.

SPALLA A
VISTA FRONTALE



SPALLA B
VISTA FRONTALE



Si considera per la verifica della spalla la geometria della spalla A che presenta una altezza del muro frontale maggiore.

Geometria della spalla

Tipo Platea	a 'C'	
Dimensione long. X	10.000	m
Dimensione trasv. Y	13.000	m
Spessore	2.000	m
Paraghiaia		
Altezza media	3.170	m
Spessore	0.400	m
Muro frontale		
Altezza	6.500	m
Spessore	2.500	m
Larghezza	11.250	m

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



Dist. bordo ant. 2.000 m

Baggioli

N. 2

Altezza 0.400 m

Lunghezza 0.700 m

Larghezza 0.700 m

Pos. X appoggi 0.900 m

interasse 7.000 m

Muro andatore

Altezza 9.670 m

Spessore testa -
altezza 0.750

Spessore base -
altezza 1.000

Spessore medio 0.875 m

Lunghezza 5.300 m

Terreno di riempimento

γ 19.000 kN/mc

ϕ 35.000 °

Ang. attrito terra muro 23.333 °

Inclinazione terrapieno 0.000 °

Terreno di ricoprimento

γ 0.010 kN/mc

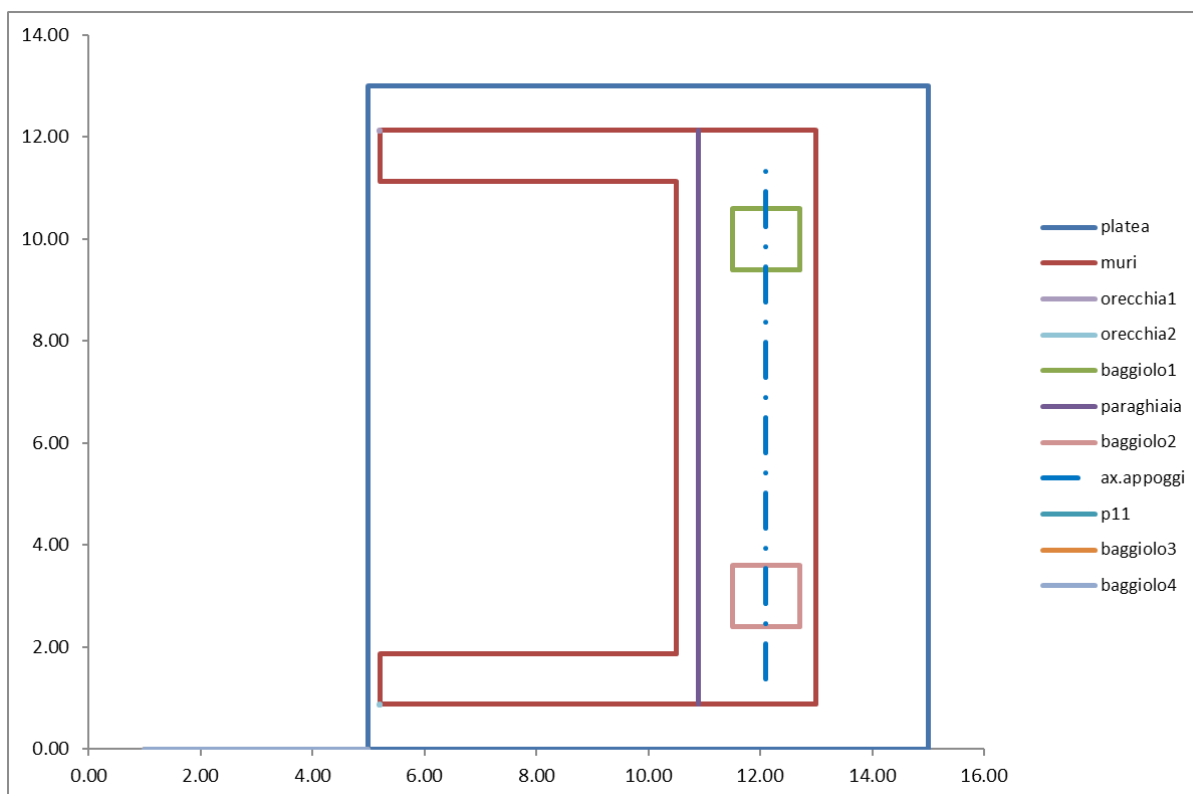
Altezza min. 0.000 m

Carico sul rilevato

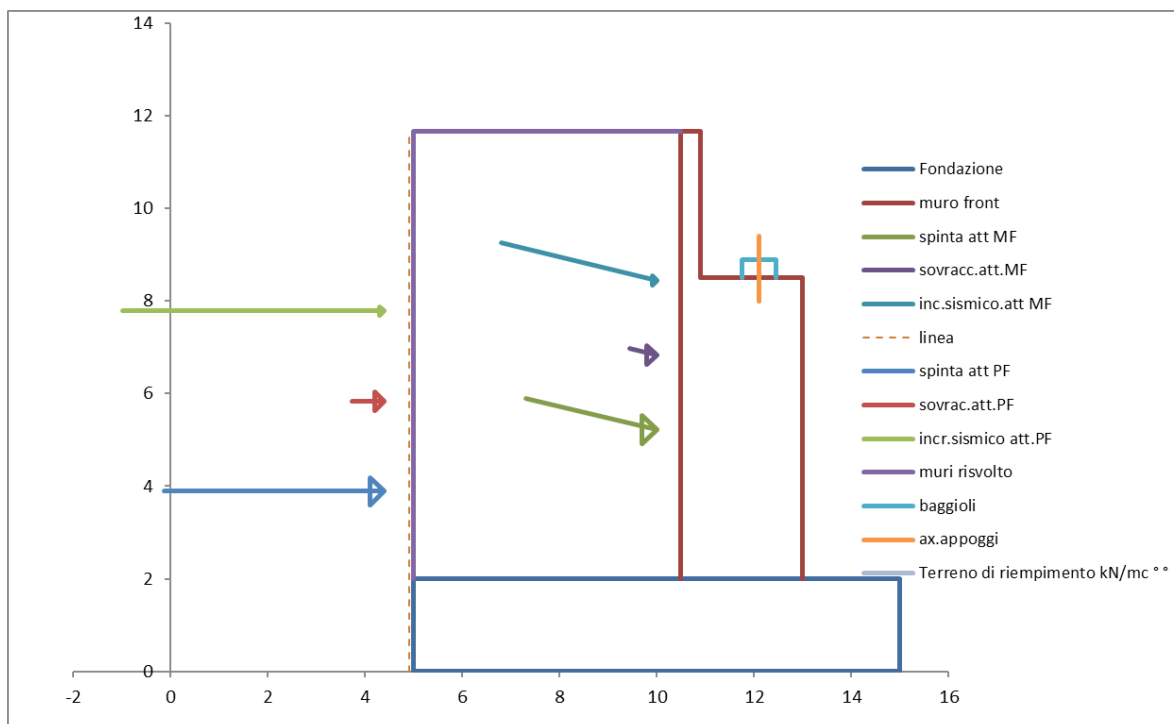
p 20.000 kN/mq

Baricentro platea (x/y) 5.00 6.5 m

Geometria spalla



20.1. SPINTE DEL TERRENO



Si considera pertanto un angolo di attrito di 40° 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:

$$k=1-\sin\theta$$

			Coeff. Par.geotecnici		Caratteristiche terr.	
	(Angoli in radianti)	(Angoli in gradi)	M1	M2	M1	M2
g	19.000		1.00	1.00	19.000	19.000
ϕ	0.610865238	35.000	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	0.407243492	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	1.343	1.543
		misto cementato				
Analisi simica		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.

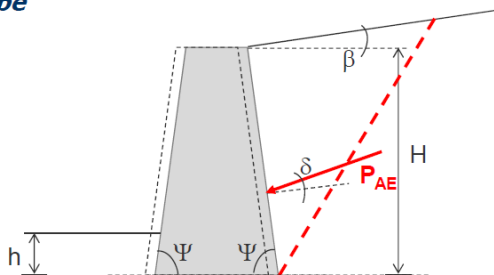
Azione sismica

In condizione sismica viene considerata anche la spinta valutata con la formulazione di Mononobe Okabe.

Soluzione di Mononobe-Okabe

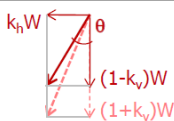
$$P_{AE} = \frac{1}{2} (1 \pm k_v) \gamma H^2 K_{AE}$$

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:

Geometria palificata

Pali

numero pali	130
Diametro (mm)	300
n.file trasv.// asse X	13
n.file long.// Asse Y	10

file long.// Asse Y	n.pali	dist.bordo (m)	interasse (m)	Ascissa della fila (m)	
Y1j	13	0.500	1.000	Xi1	0.500
Y2j	13	0.500	1.000	Xi2	1.500
Y3j	13	0.500	1.000	Xi3	2.500
Y4j	13	0.500	1.000	Xi4	3.500
Y5j	13	0.500	1.000	Xi5	4.500
Y6j	13	0.500	1.000	Xi6	5.500
Y7j	13	0.500	1.000	Xi7	6.500
Y8j	13	0.500	1.000	Xi8	7.500
Y9j	13	0.500	1.000	Xi8	8.500
Y10j	13	0.500	1.000	Xi8	9.500

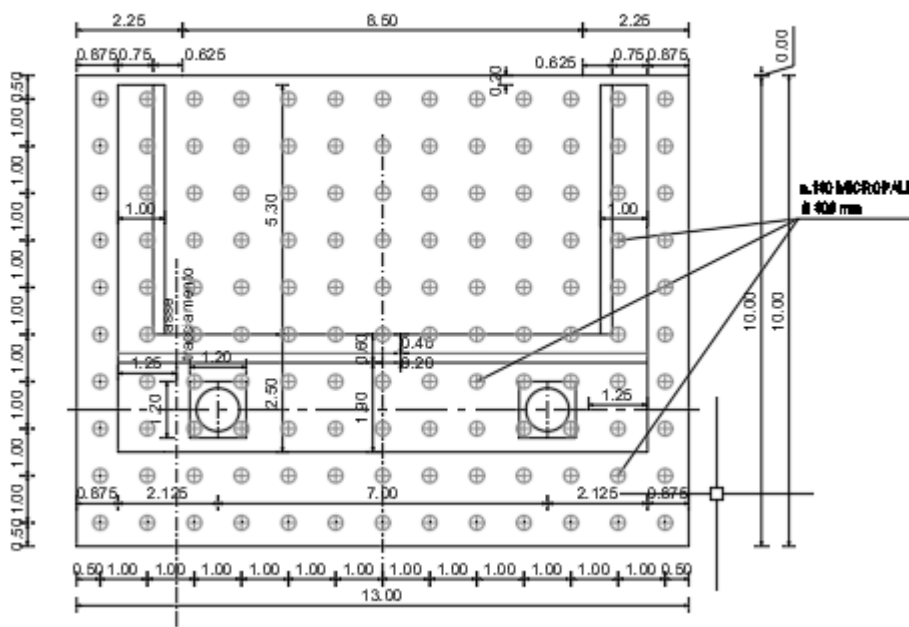
6

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

Azione orizzontali	Con spinta attiva				
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sovr P.F.	641.8	804.4	5.84	3744.7	4693.4
Spinta sovr M.F.	531.8	666.5	4.84	2571.1	3222.6
Spinta sovr base MA	250.5 kN		4.84	1211.3	
Spinta sovr sommità MA	198.7 kN		3.84	762.1	
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. P.F.	4110.80	5152.34	3.89	15991.0	20042.6
Incremento sismico PF	3601.18	4139.10	7.78	28017.2	32202.2
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. M.F.	2442.6	3061.4	3.22	7873.2	9868.0
Incremento sismico MF	2139.8	2459.4	6.45	13794.3	15854.8
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. Base.Paragh.	262.5	329.0	1.06	277.4	347.6
Incremento sismico BP	229.9	264.3	2.11	486.0	558.5

Con spinta a riposo					
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sovr P.F.	1119.7	1342.5	5.84	6533.3	7833.5
Spinta sovr M.F.	927.8	1112.4	4.84	5378.6	5378.6
Spinta sovr base MA	437.1 kN		4.84	2113.3	
Spinta sovr sommità MA	346.7 kN		3.84	1329.6	
ATTIVA	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo P.F.	7172.2	8599.5	3.89	27899.7	33452.0
Incremento sismico PF	3601.2	4139.1	7.78	28017.2	32202.2
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo. M.F.	4261.576326	5109.7	3.22	13736.5	16470.2
Incremento sismico MF					
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo. Base.Paragh.	457.9687531	549.1	1.06	483.9	580.2
Incremento sismico B.P.					



Caratteristiche inerziali della palificata

Baricentro G

Yg 6.5 cm

Xg 5 cm

Momento d'inerzia baricentrico

IYg 1820 cm⁴

IXg 1072.5 cm⁴

Tabella riassuntiva delle masse strutturali della spalla:

Elementi	Volumi (mc)	Pesi (kN)	X (m) - filo ant	Y (m)	Z (m)	MI (kNm)
Platea	260.000	6500.00	5.00	6.50	1.00	-32500.000
Muro frontale	182.813	4570.31	3.25	6.50	5.25	-14853.516
Baggioli	1.152	28.80	2.90	6.50	8.70	-83.520
Paraghiaia	14.265	356.63	4.30	6.50	10.09	-1533.488
Muri andatori	89.689	2242.23	7.15	6.50	6.84	-16031.953
Orecchie	0.000	0.00	10.01	6.50	11.67	-0.001
Terreno di riempimento	505.258	9599.89	7.06	6.50	6.84	-67814.625
Terreno di ricoprimento	11.000	0.11	5.58	6.50	2.50	-0.613
Struttura in c.a.		13697.97	4.75	6.50		3487.367
Peso totale		23297.97	5.70	6.50		-16327.859
Peso sovraccarico		1237.50	7.06	6.50		-2554.327
peso terreno		9600.00	7.06	6.50		-19815.226

CARICHI DERIVANTI DALL'IMPALCATO

	Carichi	N (kN)	Ht (kN)	HI (kN)	MI (kNm)	Mt
--	---------	--------	---------	---------	----------	----

						(kNm)
Peso proprio delle strutture	G1	1431.79				0.00
Carichi permanenti non strutturali	G2	616.64				0.00
Spinte delle terre	G3_M1					
Ritiro e viscosità	ε₂	169.98		6.55		
Variazioni termiche	ε₃	102.78		189.78		0.00
Cedimenti	ε₄	37.97				
Mobili_MaxN	Q_MCmax	1832.52				2556.24
Mobili_Max Mtr	q_MCmax	1490.33				1082.93
Mobili_rilevato	Q_MCmin					
frenatura	q3			659.78		
forza centrifuga	q4		0.00			0.00
azione del vento	q5 (ponte scarico)		171.59			354.51
azione del vento	q5 (ponte carico)		219.71			360.03
Azione sismica	q6 (verticale)	323.07				
Azione sismica	q6 (longitudinale)			659.78		
Azione sismica	q6 (trasversale)		568.30			
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	15129.76				3859.63	0.00
G2-PERMANENTI	616.64				160.33	0.00
Spinta delle terre M1	9600.00		7172.16		13636.80	0.00
Spinta delle terre M2			8599.49		8084.47	
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	169.98		6.55		104.15	
E3-TERMICA-U	102.78		189.78		1763.22	
E4-CEDIMENTI	37.97		189.78		1746.38	
Mobili_MaxN	1832.52				476.45	2556.24
Mobili_Max Mtr	1490.33				387.49	1082.93
Mobili_rilevato	1237.50		1119.68		3979.02	
Q3-FRENATURA	0.00		659.78		6036.97	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	219.71				2370.39
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	171.59				1924.51
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	
Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	

SLVX_T+	0.00	0.00	6307.21		35406.56	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	-6307.21		-35406.56	0.00
SLVY_T+	0.00	6215.73	0.00		0.00	33002.37
SLVY_T-	0.00	-6215.73	0.00		0.00	-33002.37
SLVV_T+	3146.79				635.70	
SLVV_T-	-3146.79				-635.70	

20.2. COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE

Con 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 G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Si riporta di seguito la tabella dei coefficienti di combinazione:

E78 GROSSETO – FANO
TRATTO NODO DI AREZZO – SELCI – LAMA (E45)
ADEGUAMENTO A QUATTRO CORSIE DEL TRATTO SAN ZENO – AREZZO – PALAZZO DEL PERO, 1° LOTTO
(F1508)

OPERE D'ARTE MAGGIORI – ASSE PRINCIPALE – VI.04 - VIADOTTO GIOSTRA

	SLE_COMBINAZIONE CARATTERISTICA (RARA)															
COND	SLE_R_P	SLE_T	SLE_VL	SLE_R_VS	SLE_R_VC1	SLE_R_VC2	SLE_R_VC2	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-FRENATURA	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

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

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

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

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
SLVV_T+	0.30	0.00	0.30		1.00	0.00
SLVV_T-	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00	1.00

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

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
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

Si riporta di seguito le azioni combinate sul piano di fondazione nel baricentro della palificata:

SPALLA		AZIONI INTRADOSSO FOND					
		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)
1	SLS_R_P	25554	0	7368	0	19507	0
2	SLS_T	25657	0	7558	0	21271	0
3	SLS_VL	25616	0	7482	0	20565	0
4	SLS_R_VS	25616	172	7482	0	20565	1925
5	SLS_R_VC1	28686	220	8602	0	25021	4927
6	SLS_R_VC2	28344	220	8602	0	24932	3453
7	SLS_R_VC2	26854	220	8602	0	24544	2370
8	SLS_R_1_1	28686	132	8602	0	25021	3978
9	SLS_R_1_2	28344	132	8602	0	24932	2505
10	SLS_R_1_3	26854	132	8602	0	24544	1422
11	SLS_R_2a_1	28686	132	9262	0	31058	3978
12	SLS_R_2a_2	28344	132	9262	0	30969	2505
13	SLS_R_2a_3	26854	132	9262	0	30581	1422
14	SLS_R_2b_1	28686	132	8602	0	25021	3978
15	SLS_R_2b_2	28344	132	8602	0	24932	2505
16	SLS_R_2b_3	26854	132	8602	0	24544	1422
17	SLS_F_P	25554	0	7368	0	19507	0
18	SLS_F_VS	25606	34	7463	0	20389	385
19	SLS_F_VC1	28686	44	8602	0	25021	3030
20	SLS_F_VC2	28282	44	8488	0	23874	1557

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

21	SLS_F_VC3		26843	44	8583	0	24368	474
22	SLS_F_1_1		28676	44	8583	0	24844	3030
23	SLS_F_1_2		28344	44	8602	0	24932	1557
24	SLS_F_1_3		26843	44	8583	0	24368	474
25	ULS_P1	ULS_STR (A1)	33323	0	9559	0	25206	0
26	ULS_P2		33323	0	9559	0	25206	0
27	ULS_T		33447	0	9787	0	27322	0
28	ULS_VL		33397	0	9696	0	26476	0
29	ULS_VS		33397	257	9696	0	26476	2887
30	ULS_VC1		36506	330	10830	0	30987	6144
31	ULS_VC2		36159	330	10830	0	30897	4652
32	ULS_VC3		34650	330	10830	0	30505	3556
33	ULS_1_1		38002	198	11376	0	33159	5968
34	ULS_1_2		37489	198	11376	0	33026	3758
35	ULS_1_3		35253	198	11376	0	32445	2133
36	ULS_2a1		36160	198	11693	0	39541	4434
37	ULS_2a2		35852	198	11693	0	39461	3108
38	ULS_2a3		34511	198	11693	0	39113	2133
39	ULS_2b1		36160	198	10704	0	30486	4434
40	ULS_2b2		35852	198	10704	0	30406	3108
41	ULS_2b3		34511	198	10704	0	30057	2133
42	ULS_SL1	ULS SEISMIC	26550	1865	13771	0	55986	9901
43	ULS_SL2		24662	-1865	1156	0	-15208	-9901
44	ULS_ST1		26550	6216	9356	0	31202	33002
45	ULS_ST2		24662	-6216	5571	0	9576	-33002
46	ULS_V1		28753	1865	9356	0	31647	9901
47	ULS_V2		22459	-1865	5571	0	9131	-9901
48	ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	15954	0	8796	0	13955	0
49	ULS_G_P2		15954	0	8796	0	13955	0
50	ULS_G_T		16057	0	8986	0	15718	0
51	ULS_G_VL		16016	0	8910	0	15013	0
52	ULS_G_VS		16016	223	8910	0	15013	2502
53	ULS_G_VC1		19547	286	10197	0	20137	6021
54	ULS_G_VC2		19153	286	10197	0	20034	4327
55	ULS_G_VC3		17439	286	10197	0	19589	3082
56	ULS_G_1_1		19547	171	10197	0	20137	4789
57	ULS_G_1_2		19153	171	10197	0	20034	3094
58	ULS_G_1_3		17439	171	10197	0	19589	1849
59	ULS_G_2a1		19547	171	10956	0	27079	4789
60	ULS_G_2a2		19153	171	10956	0	26977	3094
61	ULS_G_2a3		17439	171	10956	0	26531	1849
62	ULS_G_2b1		19547	171	10197	0	20137	4789
63	ULS_G_2b2		19153	171	10197	0	20034	3094
64	ULS_G_2b3		17439	171	10197	0	19589	1849

Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t_{trasv}} / W_{trasv}) + (M_{l_{long}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali.

Azioni sui singoli pali

1

Comb.	N max (kN)	N min (kN)	T max (kN)		
1	278.421	114.723	56.681	SLS_R_P	SLS_characteristic combination
2	286.610	108.116	58.141	SLS_T	
3	283.334	110.759	57.557	SLS_VL	
4	289.679	104.414	57.572	SLS_R_VS	
5	341.885	99.438	66.191	SLS_R_VC1	
6	334.023	102.036	66.191	SLS_R_VC2	
7	317.363	95.768	66.191	SLS_R_VC2	
8	338.760	102.564	66.177	SLS_R_1_1	
9	330.897	105.162	66.177	SLS_R_1_2	
10	314.237	98.894	66.177	SLS_R_1_3	
11	364.090	77.234	71.252	SLS_R_2a_1	
12	356.227	79.832	71.252	SLS_R_2a_2	
13	339.567	73.564	71.252	SLS_R_2a_3	
14	338.760	102.564	66.177	SLS_R_2b_1	
15	330.897	105.162	66.177	SLS_R_2b_2	
16	314.237	98.894	66.177	SLS_R_2b_3	
17	278.421	114.723	56.681	SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination
18	283.784	110.151	57.411	SLS_F_VS	
19	335.634	105.690	66.170	SLS_F_VC1	
20	322.858	112.253	65.295	SLS_F_VC2	
21	310.292	102.681	66.024	SLS_F_VC3	
22	334.815	106.351	66.024	SLS_F_1_1	
23	327.771	108.288	66.170	SLS_F_1_2	
24	310.292	102.681	66.024	SLS_F_1_3	
25	362.094	150.571	73.534	ULS_P1	ULS_STR (A1)
26	362.094	150.571	73.534	ULS_P2	
27	371.920	142.642	75.286	ULS_T	
28	367.990	145.813	74.585	ULS_VL	
29	377.507	136.297	74.611	ULS_VS	
30	431.083	130.542	83.344	ULS_VC1	
31	423.122	133.173	83.344	ULS_VC2	
32	406.254	126.826	83.344	ULS_VC3	
33	451.128	133.521	87.518	ULS_1_1	
34	439.334	137.419	87.518	ULS_1_2	
35	414.344	128.016	87.518	ULS_1_3	
36	458.681	97.630	89.962	ULS_2a1	
37	451.605	99.968	89.962	ULS_2a2	
38	436.611	94.327	89.962	ULS_2a3	
39	420.686	135.625	82.351	ULS_2b1	
40	413.610	137.963	82.351	ULS_2b2	
41	398.616	132.322	82.351	ULS_2b3	
42	471.776	-63.318	106.894	ULS_SL1	ULS SEISMIC
43	286.157	93.254	16.877	ULS_SL2	

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti

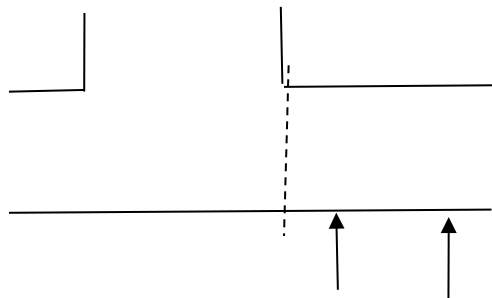


44	443.944	-35.486	86.401	ULS_ST1	ULS_GEO (A2)
45	338.684	40.726	64.208	ULS_ST2	
46	386.596	55.751	73.381	ULS_V1	
47	243.714	101.809	45.192	ULS_V2	
48	181.278	64.174	67.660	ULS_G_P1	
49	181.278	64.174	67.660	ULS_G_P2	
50	189.467	57.566	69.120	ULS_G_T	
51	186.191	60.209	68.536	ULS_G_VL	
52	194.439	51.961	68.558	ULS_G_VS	
53	254.698	46.018	78.472	ULS_G_VC1	
54	245.656	49.006	78.472	ULS_G_VC2	
55	226.497	41.798	78.472	ULS_G_VC3	
56	250.634	50.082	78.452	ULS_G_1_1	
57	241.592	53.070	78.452	ULS_G_1_2	
58	222.433	45.861	78.452	ULS_G_1_3	
59	279.764	20.952	84.288	ULS_G_2a1	
60	270.722	23.940	84.288	ULS_G_2a2	
61	251.563	16.732	84.288	ULS_G_2a3	
62	250.634	50.082	78.452	ULS_G_2b1	
63	241.592	53.070	78.452	ULS_G_2b2	
64	222.433	45.861	78.452	ULS_G_2b3	

Per le verifiche dei pali fare riferimento alla relazione di calcolo delle fondazioni.

20.3. VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Per la verifica del plinto di fondazione di adotta il momento indotto sulla mensola anteriore generato dalla sommatoria degli sforzi normali nelle prime due file di micropali.



Lo sforzo massimo sui pali anteriore è generato nella combinazione:

comb. **NMAX SLU**
36 458.681

Si riporta la distribuzione degli sforzi nella combinazione 33.

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

	Solicitazioni su ciascun palo - combinazione												36.000
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
N	459	456	454	451	449	446	444	442	439	437	434	432	429
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	422	419	417	415	412	410	407	405	402	400	397	395	393
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	385	383	380	378	375	373	370	368	365	363	361	358	356
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	348	346	343	341	338	336	333	331	329	326	324	321	319
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	311	309	306	304	301	299	297	294	292	289	287	284	282
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	274	272	269	267	265	262	260	257	255	252	250	248	245
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	237	235	233	230	228	225	223	220	218	216	213	211	208
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	201	198	196	193	191	188	186	184	181	179	176	174	171
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	164	161	159	156	154	152	149	147	144	142	139	137	134
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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
N	127	124	122	120	117	115	112	110	107	105	103	100	98
T	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

La sommatoria delle azioni del primo allineamento è pari a 5773 kN, mentre quelle del secondo sono 5294 kN.

A queste sollecitazioni corrisponde un momento sul plinto di fondazione pari a $5773 \times 1.5 + 5294 \times 0.5 = 11306$ kNm cui corrisponde una sollecitazione per unità di lunghezza pari a $11306/13 = 869$ kNm

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata con 1Ø20/20 superiore ed 1Ø20/20 superiore ha un momento resistente pari a 1185 kNm > Med=869 kNm.

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	195

Sollecitazioni
S.L.U. ☐ Metodo n ☐

N kN
M kNm
M

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

Tipo rottura
Lato acciaio - 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} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Tipo Sezione
☒ Rettang. ☐ 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

20.4. 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	6387.53				136.75	0.00
G2-PERMANENTI	616.64				215.83	0.00
Spinta delle terre M1	0.00		2442.57		7873.22	0.00
Spinta delle terre M2						
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	169.98				59.49	
E3-TERMICA-U	102.78				35.97	
E4-CEDIMENTI	37.97				13.29	
Mobili_MaxN	1832.52				641.38	2556.24
Mobili_Max Mtr	1490.33				521.61	1082.93
Mobili_rilevato	0.00				0.00	
Q3-FRENATURA	0.00		659.78		4288.56	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	219.71				1788.16
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	171.59				1469.81
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	
Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	

SLVX_T+	0.00	0.00	1861.05		12891.26	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	-1861.05		-12891.26	0.00
SLVY_T+	0.00	1769.57	0.00		0.00	12039.63
SLVY_T-	0.00	-1769.57	0.00		0.00	-12039.63
SLVV_T+	923.71				68.91	
SLVV_T-	-923.71				-68.91	

Si riportano le azioni combinate 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	7212	0	2443	0	8299	0
SLS_T		7315	0	2443	0	8335	0
SLS_VL		7274	0	2443	0	8320	0
SLS_R_VS		7274	172	2443	0	8320	1470
SLS_R_VC1		9106	220	2443	0	8962	4344
SLS_R_VC2		8764	220	2443	0	8842	2871
SLS_R_VC2		7274	220	2443	0	8320	1788
SLS_R_1_1		9106	132	2443	0	8962	3629
SLS_R_1_2		8764	132	2443	0	8842	2156
SLS_R_1_3		7274	132	2443	0	8320	1073
SLS_R_2a_1		9106	132	3102	0	13250	3629
SLS_R_2a_2		8764	132	3102	0	13130	2156
SLS_R_2a_3		7274	132	3102	0	12609	1073
SLS_R_2b_1		9106	132	2443	0	8962	3629
SLS_R_2b_2		8764	132	2443	0	8842	2156
SLS_R_2b_3		7274	132	2443	0	8320	1073
SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination	7212	0	2443	0	8299	0
SLS_F_VS		7264	34	2443	0	8317	294
SLS_F_VC1		9106	44	2443	0	8962	2914
SLS_F_VC2		8702	44	2443	0	8820	1441
SLS_F_VC3		7264	44	2443	0	8317	358
SLS_F_1_1		9096	44	2443	0	8958	2914
SLS_F_1_2		8764	44	2443	0	8842	1441
SLS_F_1_3		7264	44	2443	0	8317	358
ULS_P1	ULS_STR (A1)	9478	0	3175	0	10824	0
ULS_P2		9478	0	3175	0	10824	0
ULS_T		9602	0	3175	0	10867	0
ULS_VL		9552	0	3175	0	10850	0
ULS_VS		9552	257	3175	0	10850	2205
ULS_VC1		11408	330	3175	0	11499	5270
ULS_VC2		11061	330	3175	0	11378	3779
ULS_VC3		9552	330	3175	0	10850	2682
ULS_1_1		12301	198	3175	0	11812	5444
ULS_1_2		11788	198	3175	0	11632	3234

ULS_1_3		9552	198	3175	0	10850	1609
ULS_2a1		11202	198	4165	0	17860	3910
ULS_2a2		10894	198	4165	0	17752	2584
ULS_2a3		9552	198	4165	0	17283	1609
ULS_2b1		11202	198	3175	0	11427	3910
ULS_2b2		10894	198	3175	0	11319	2584
ULS_2b3		9552	198	3175	0	10850	1609
ULS_SL1	ULS SEISMIC	7541	531	4304	0	21228	3612
ULS_SL2		6986	-531	582	0	-4595	-3612
ULS_ST1		7541	1770	3001	0	12205	12040
ULS_ST2		6986	-1770	1884	0	4429	-12040
ULS_V1		8187	531	3001	0	12253	3612
ULS_V2		6340	-531	1884	0	4380	-3612
ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	7212	0	0	0	425	0
ULS_G_P2		7212	0	0	0	425	0
ULS_G_T		7315	0	0	0	461	0
ULS_G_VL		7274	0	0	0	447	0
ULS_G_VS		7274	223	0	0	447	1911
ULS_G_VC1		9381	286	0	0	1185	5264
ULS_G_VC2		8988	286	0	0	1047	3570
ULS_G_VC3		7274	286	0	0	447	2325
ULS_G_1_1		9381	171	0	0	1185	4334
ULS_G_1_2		8988	171	0	0	1047	2640
ULS_G_1_3		7274	171	0	0	447	1395
ULS_G_2a1		9381	171	759	0	6116	4334
ULS_G_2a2		8988	171	759	0	5979	2640
ULS_G_2a3		7274	171	759	0	5379	1395
ULS_G_2b1		9381	171	0	0	1185	4334
ULS_G_2b2		8988	171	0	0	1047	2640
ULS_G_2b3		7274	171	0	0	447	1395

Il momento ultimo massimo è pari a 21228 kNm su tutta la larghezza del muro cui corrisponde un momento specifico di $21228/11.25=1886$ kNm.

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata co 1Ø20/20 anteriore ed 1Ø24/20 posteriore ha un momento resistente pari a 2142 kNm > Med=1886 kNm.

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	22.62	245

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

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 ‰ σ_{c,adm} 11.5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{Rd} 2.142 kNm
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

20.5. VERIFICA DEL PARAGHIAIA

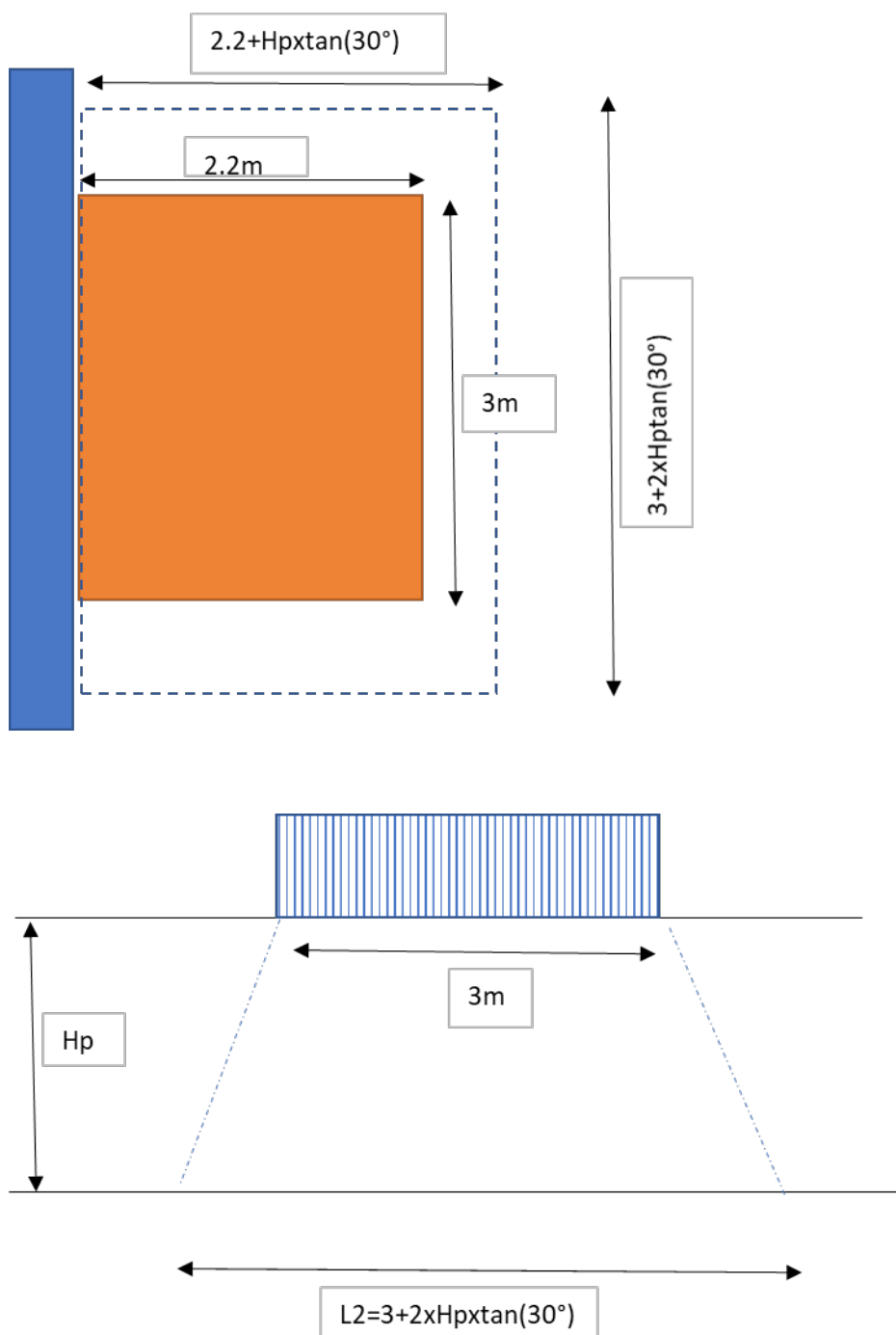
L'altezza massima del paraghiaia H_p è pari circa a 3.20m, con uno spessore di 40cm.

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/m² 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:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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 Hp	3.2	m
Impronte diffusione carico (L2 L1) (m)	6.70	4.05
pressione equivalente carico	22.14	kN/m ²

larghezza paraghiaia alla base	6.70	m
angolo attrito terreno riempimento	35	°
Coeff.spinta	0.426	

combinazione 1			N	M (kNm)		Mslu	Nslu
spinta terreno	277.7	kN		266.6	1.3	346.6	
Sovraccarico	202.3	KN		323.6	1.5	485.5	
Peso del paraghiaia e della mensola			214.2		1.00		214.2
totali						832.1	214.2

Combinazione 2				M (kNm)		Mslu	Nslu
Azione di frenamento	180	kN		576	1.5	864	
Asse sul paraghiaia			225		1.5		337.5
Peso del paraghiaia e della mensola			214.2		1		214.2
totali						864.0	551.7

Comb1 $M=832.1/6.7=124$ kNm/m

$N=214.2/6.7=31$ kN/m

Comb2 $M=864/6.7=129$ kNm/m

$N=551.7/6.7=82.3$ 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 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	10.05	5
			2	15.71	35

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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} 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‰ σ_{c,adm} 11.5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5‰
ε_s 21.77‰
d 35 cm
x 4.847 x/d 0.1385
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 cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

Combinazione slu2

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	10.05	5
			2	15.71	35

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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} 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‰ σ_{c,adm} 11.5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5‰
ε_s 20.86‰
d 35 cm
x 5.029 x/d 0.1437
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 cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

20.6. VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO

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	10	m
Impronte diffusione carico (L2 L1) (m)	14.55	7.97
pressione equivalente carico	5.17	kN/m ²
pressione alla base terreno	190	kN/m ²
larghezza muro a	5.30	m
angolo attrito terreno riempimento	35	°
Coeff.spinta	0.426	
pressione spinta sovraccarico	2.205818	kN/m ²
pressione spinta terreno	81.02048	kN/m ²
Rapporto dimensionale a/b	0.53	

Lato verticale (mx1)	Sovraccarico		terreno	
fattore moltiplicativo	62.0	kNm ²	2275.9	kNm ²
Coefficiente di incastro	-0.4202		-0.0877	
Momento massimo di incastro superiore	-26.0	kNm/m	-199.6	kNm/m

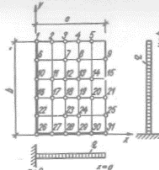
Lato di base orizzontale (my31)				
fattore moltiplicativo	220.6	kNm ²	8102.0	kNm ²
Coefficiente di incastro	-0.1174		-0.0588	
Momento massimo di incastro alla base	-25.9	kNm/m	-476.4	kNm/m

I valori vengono interpolati

Rapporto dimensionale a/b	sovracc.		spinta	
	Mx1	My30	Mx1	My30
0.5	0.4296	0.1051	0.0884	0.0546
0.75	0.3513	0.2076	0.0826	0.0896
0.530	0.420204	0.1174	0.087704	0.0588

Tab. 1.41¹

$\mu = 0,20$
 $\gamma = \frac{a}{b}$
 $M_{xx} = -\mu M_{yy}$
 $M_{yy} = -\mu M_{xx}$

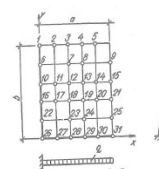


γ	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f.m.
M_{x1}	-0,4925	-0,4752	-0,4565	-0,4296	-0,3513	-0,2949	
M_{x2}	-0,3135	-0,3078	-0,2895	-0,2552	-0,1692	-0,1046	
M_{x3}	-0,1792	-0,1728	-0,1550	-0,1216	-0,0529	-0,0146	
M_{x4}	-0,0768	-0,0753	-0,0605	-0,0340	-0,0105	+0,0268	
M_{x5}	-0,0192	-0,0176	-0,0085	+0,0068	+0,0288	+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	
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	
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	
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	
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 $25 \times 10 \times 0.875 = 218 \text{ kN/m}$

Verifica del muro all'incastro di base

$$M_{slu} = 1.3 \times 476 + 1.5 \times 25.9 = 658.2 \text{ kNm}$$

La sezione è armata con $5\varnothing 20/\text{m}$ all'esterno e $5\varnothing 20/\text{m}$

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

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} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M kNm
 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**
 L_o cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

Verifica del muro all'incastro con il muro frontale

$$M_{slu} = 1.3 \times 199.6 + 1.5 \times 26 = 298.5 \text{ kNm}$$

La sezione è armata con $5+5\varnothing 20/\text{m}$ ed ha un momento resistente pari a $419 \text{ kNm} > M_{ed} = 298.5 \text{ kNm}$

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} kNm

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} 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} 419.4 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 47.61 ‰
d 70 cm
x 4.793 x/d 0.06848
 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 ☐ Deviate

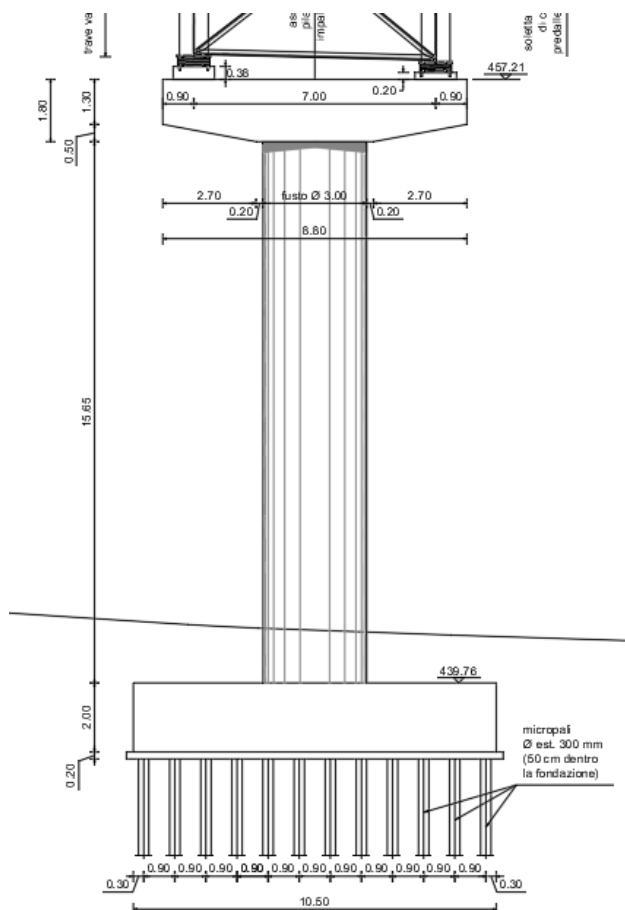
N° rett. 100

L₀ cm Col. modello

☐ Precompresso

21. PILA

La pila è costituita da un fusto circolare di 3m di diametro, con altezza di 15.65m per p1 e 16.35m per p2, che sorregge un pulvino di sezione rettangolare di altezza variabile, pari a 3.5x1.8m in prossimità della pila e variabile fino a 3.5x1.3m.



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

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



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
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 Mt= momento longitudinale

Mz= 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-clas.
- 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

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



```

        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

```

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



```

        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
        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

```

PROGETTAZIONE ATI:

GPINGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



```

CBC, vento, -0.6, CBC, dt2, 0.6, CBC, qlmax, 1
NAME=SLE1_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0
CBC, gl, 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, gl, 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, gl, 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
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

```

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
568	SLU1(max)	I[500]	Axial	-10,422	608	-81	-920	6,598
568	SLU1(max)	I[500]	Moment-y	-12,939	589	-49	-549	12,205
568	SLU1(max)	I[500]	Moment-z	-14,316	574	-68	-768	15,482
568	SLU2(max)	I[500]	Axial	-10,605	608	78	883	6,600
568	SLU2(max)	I[500]	Moment-y	-13,122	589	111	1,255	12,207
568	SLU2(max)	I[500]	Moment-z	-14,499	574	92	1,035	15,484
568	SLU3(max)	I[500]	Axial	-10,422	-596	-81	-920	-6,985
568	SLU3(max)	I[500]	Moment-y	-12,939	-616	-49	-549	-1,378
568	SLU3(max)	I[500]	Moment-z	-14,316	-631	-68	-769	1,898
568	SLU4(max)	I[500]	Axial	-10,606	-596	78	883	-6,983
568	SLU4(max)	I[500]	Moment-y	-13,123	-616	111	1,254	-1,376
568	SLU4(max)	I[500]	Moment-z	-14,500	-630	92	1,034	1,900
568	SLU5(max)	I[500]	Axial	-7,418	608	-82	-928	6,539
568	SLU5(max)	I[500]	Moment-y	-9,918	589	-50	-566	12,146
568	SLU5(max)	I[500]	Moment-z	-11,295	574	-70	-786	15,422
568	SLU6(max)	I[500]	Axial	-7,601	609	77	875	6,541
568	SLU6(max)	I[500]	Moment-y	-10,101	589	109	1,237	12,148
568	SLU6(max)	I[500]	Moment-z	-11,478	574	90	1,017	15,424
568	SLU7(max)	I[500]	Axial	-7,418	-596	-82	-929	-7,045
568	SLU7(max)	I[500]	Moment-y	-9,918	-616	-50	-567	-1,438
568	SLU7(max)	I[500]	Moment-z	-11,295	-630	-70	-787	1,839
568	SLU8(max)	I[500]	Axial	-7,602	-596	77	874	-7,043
568	SLU8(max)	I[500]	Moment-y	-10,102	-615	109	1,236	-1,436
568	SLU8(max)	I[500]	Moment-z	-11,479	-630	90	1,016	1,841
568	SLU9(max)	I[500]	Axial	-10,372	4	-82	-925	-94

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SLU9(max)	I[500]	Moment-y	-13,469	-10	-42	-479	3,965
568	SLU9(max)	I[500]	Moment-z	-14,266	-30	-68	-774	8,791
568	SLU10(max)	I[500]	Axial	-10,555	4	78	878	-92
568	SLU10(max)	I[500]	Moment-y	-13,652	-10	117	1,324	3,967
568	SLU10(max)	I[500]	Moment-z	-14,449	-30	91	1,029	8,793
568	SLU11(max)	I[500]	Axial	-7,367	4	-83	-934	-153
568	SLU11(max)	I[500]	Moment-y	-10,448	-10	-44	-497	3,905
568	SLU11(max)	I[500]	Moment-z	-11,245	-30	-70	-791	8,731
568	SLU12(max)	I[500]	Axial	-7,551	4	77	869	-151
568	SLU12(max)	I[500]	Moment-y	-10,631	-10	116	1,306	3,907
568	SLU12(max)	I[500]	Moment-z	-11,428	-30	90	1,012	8,733
568	SLU13(max)	I[500]	Axial	-10,311	4	-135	-1,522	-94
568	SLU13(max)	I[500]	Moment-y	-13,408	-10	-95	-1,076	3,964
568	SLU13(max)	I[500]	Moment-z	-14,205	-30	-121	-1,370	8,790
568	SLU14(max)	I[500]	Axial	-10,617	4	131	1,483	-91
568	SLU14(max)	I[500]	Moment-y	-13,714	-10	171	1,929	3,967
568	SLU14(max)	I[500]	Moment-z	-14,511	-30	145	1,635	8,793
568	SLU15(max)	I[500]	Axial	-7,307	4	-135	-1,530	-154
568	SLU15(max)	I[500]	Moment-y	-10,387	-10	-97	-1,093	3,904
568	SLU15(max)	I[500]	Moment-z	-11,184	-30	-123	-1,388	8,730
568	SLU16(max)	I[500]	Axial	-7,613	5	131	1,475	-151
568	SLU16(max)	I[500]	Moment-y	-10,693	-10	169	1,912	3,908
568	SLU16(max)	I[500]	Moment-z	-11,490	-30	143	1,617	8,734
568	SLU17(max)	I[500]	Axial	-10,732	1,003	0	-1	11,499
568	SLU17(max)	I[500]	Moment-y	-10,832	1,003	5	53	11,499
568	SLU17(max)	I[500]	Moment-z	-10,832	1,003	5	53	11,499
568	SLU18(max)	I[500]	Axial	-7,727	1,004	-1	-10	11,439
568	SLU18(max)	I[500]	Moment-y	-7,811	1,004	3	35	11,439
568	SLU18(max)	I[500]	Moment-z	-7,811	1,004	3	35	11,439
568	SISMA1(max)	I[500]	Axial	-7,441	324	1,442	15,146	4,020
568	SISMA1(max)	I[500]	Moment-y	-7,524	324	1,446	15,191	4,020
568	SISMA1(max)	I[500]	Moment-z	-7,524	324	1,446	15,191	4,020
568	SISMA2(max)	I[500]	Axial	-7,467	1,080	433	4,543	13,117
568	SISMA2(max)	I[500]	Moment-y	-7,551	1,080	437	4,588	13,117
568	SISMA2(max)	I[500]	Moment-z	-7,551	1,080	437	4,588	13,117
568	SISMA3(max)	I[500]	Axial	-6,888	324	435	4,566	4,022
568	SISMA3(max)	I[500]	Moment-y	-6,971	324	439	4,611	4,022
568	SISMA3(max)	I[500]	Moment-z	-6,971	324	439	4,611	4,022
568	SISMA4(max)	I[500]	Axial	-7,518	324	-1,442	-15,148	4,020
568	SISMA4(max)	I[500]	Moment-y	-7,601	324	-1,438	-15,103	4,020
568	SISMA4(max)	I[500]	Moment-z	-7,601	324	-1,438	-15,103	4,020
568	SISMA5(max)	I[500]	Axial	-7,468	-1,081	433	4,543	-12,876
568	SISMA5(max)	I[500]	Moment-y	-7,552	-1,081	437	4,588	-12,876

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SISMA5(max)	I[500]	Moment-z	-7,552	-1,081	437	4,588	-12,876
568	SISMA6(max)	I[500]	Axial	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA6(max)	I[500]	Moment-y	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA6(max)	I[500]	Moment-z	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA7(max)	I[500]	Axial	-7,441	-324	1,442	15,146	-3,778
568	SISMA7(max)	I[500]	Moment-y	-7,524	-324	1,446	15,191	-3,778
568	SISMA7(max)	I[500]	Moment-z	-7,524	-324	1,446	15,191	-3,778
568	SISMA8(max)	I[500]	Axial	-7,490	1,080	-433	-4,545	13,117
568	SISMA8(max)	I[500]	Moment-y	-7,574	1,080	-429	-4,500	13,117
568	SISMA8(max)	I[500]	Moment-z	-7,574	1,080	-429	-4,500	13,117
568	SISMA9(max)	I[500]	Axial	-6,911	324	-431	-4,522	4,022
568	SISMA9(max)	I[500]	Moment-y	-6,994	324	-427	-4,477	4,022
568	SISMA9(max)	I[500]	Moment-z	-6,994	324	-427	-4,477	4,022
568	SISMA10(max)	I[500]	Axial	-7,938	324	1,440	15,127	4,018
568	SISMA10(max)	I[500]	Moment-y	-8,021	324	1,444	15,172	4,018
568	SISMA10(max)	I[500]	Moment-z	-8,021	324	1,444	15,172	4,018
568	SISMA11(max)	I[500]	Axial	-7,964	1,080	431	4,524	13,115
568	SISMA11(max)	I[500]	Moment-y	-8,048	1,080	435	4,569	13,115
568	SISMA11(max)	I[500]	Moment-z	-8,048	1,080	435	4,569	13,115
568	SISMA12(max)	I[500]	Axial	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA12(max)	I[500]	Moment-y	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA12(max)	I[500]	Moment-z	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA13(max)	I[500]	Axial	-8,015	-324	-1,444	-15,168	-3,780
568	SISMA13(max)	I[500]	Moment-y	-8,098	-324	-1,440	-15,123	-3,780
568	SISMA13(max)	I[500]	Moment-z	-8,098	-324	-1,440	-15,123	-3,780
568	SISMA14(max)	I[500]	Axial	-7,988	-1,081	-435	-4,565	-12,878
568	SISMA14(max)	I[500]	Moment-y	-8,072	-1,081	-431	-4,520	-12,878
568	SISMA14(max)	I[500]	Moment-z	-8,072	-1,081	-431	-4,520	-12,878
568	SISMA15(max)	I[500]	Axial	-8,568	-325	-437	-4,588	-3,783
568	SISMA15(max)	I[500]	Moment-y	-8,651	-325	-433	-4,543	-3,783
568	SISMA15(max)	I[500]	Moment-z	-8,651	-325	-433	-4,543	-3,783
568	SISMA16(max)	I[500]	Axial	-7,938	-324	1,440	15,126	-3,780
568	SISMA16(max)	I[500]	Moment-y	-8,021	-324	1,444	15,171	-3,780
568	SISMA16(max)	I[500]	Moment-z	-8,021	-324	1,444	15,171	-3,780
568	SISMA17(max)	I[500]	Axial	-7,965	-1,081	431	4,523	-12,878
568	SISMA17(max)	I[500]	Moment-y	-8,049	-1,081	435	4,568	-12,878
568	SISMA17(max)	I[500]	Moment-z	-8,049	-1,081	435	4,568	-12,878
568	SISMA18(max)	I[500]	Axial	-8,545	-325	429	4,501	-3,783
568	SISMA18(max)	I[500]	Moment-y	-8,628	-325	433	4,546	-3,783
568	SISMA18(max)	I[500]	Moment-z	-8,628	-325	433	4,546	-3,783
568	SLE1_CAR(max)	I[500]	Axial	-7,467	405	-56	-628	4,445
568	SLE1_CAR(max)	I[500]	Moment-y	-9,771	394	-26	-293	7,451

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SLE1_CAR(max)	I[500]	Moment-z	-10,361	379	-45	-511	11,026
568	SLE2_CAR(max)	I[500]	Axial	-7,590	405	51	574	4,447
568	SLE2_CAR(max)	I[500]	Moment-y	-9,893	394	80	909	7,453
568	SLE2_CAR(max)	I[500]	Moment-z	-10,483	379	61	691	11,028
568	SLE3_CAR(max)	I[500]	Axial	-7,468	-398	-56	-629	-4,610
568	SLE3_CAR(max)	I[500]	Moment-y	-9,771	-409	-26	-293	-1,604
568	SLE3_CAR(max)	I[500]	Moment-z	-10,361	-424	-45	-511	1,971
568	SLE4_CAR(max)	I[500]	Axial	-7,590	-398	51	573	-4,609
568	SLE4_CAR(max)	I[500]	Moment-y	-9,893	-409	80	909	-1,603
568	SLE4_CAR(max)	I[500]	Moment-z	-10,484	-424	61	691	1,972
568	SLE1_FR(max)	I[500]	Axial	-5,400	136	-59	-666	1,392
568	SLE1_FR(max)	I[500]	Moment-y	-6,703	130	-40	-456	3,016
568	SLE1_FR(max)	I[500]	Moment-z	-6,988	122	-52	-583	4,787
568	SLE2_FR(max)	I[500]	Axial	-5,421	136	-59	-664	1,350
568	SLE2_FR(max)	I[500]	Moment-y	-6,497	129	-43	-484	3,567
568	SLE2_FR(max)	I[500]	Moment-z	-7,010	123	-51	-580	4,746
568	SLE3_FR(max)	I[500]	Axial	-5,522	136	47	536	1,393
568	SLE3_FR(max)	I[500]	Moment-y	-6,825	130	66	746	3,018
568	SLE3_FR(max)	I[500]	Moment-z	-7,111	122	55	619	4,789
568	SLE4_FR(max)	I[500]	Axial	-5,543	137	48	538	1,351
568	SLE4_FR(max)	I[500]	Moment-y	-6,619	129	64	718	3,569
568	SLE4_FR(max)	I[500]	Moment-z	-7,132	123	55	622	4,747
568	SLE1_QP(max)	I[500]	Axial	-5,528	0	-49	-553	1
568	SLE1_QP(max)	I[500]	Moment-y	-5,612	0	-45	-508	1
568	SLE1_QP(max)	I[500]	Moment-z	-5,612	0	-45	-508	1
568	SLE2_QP(max)	I[500]	Axial	-5,630	0	40	448	3
568	SLE2_QP(max)	I[500]	Moment-y	-5,714	0	44	493	3
568	SLE2_QP(max)	I[500]	Moment-z	-5,714	0	44	493	3
568	SLU1(min)	I[500]	Axial	-14,316	574	-68	-768	15,480
568	SLU1(min)	I[500]	Moment-y	-12,414	589	-100	-1,128	11,089
568	SLU1(min)	I[500]	Moment-z	-10,423	608	-81	-918	6,596
568	SLU2(min)	I[500]	Axial	-14,500	574	92	1,035	15,482
568	SLU2(min)	I[500]	Moment-y	-12,598	589	60	675	11,091
568	SLU2(min)	I[500]	Moment-z	-10,607	608	78	885	6,598
568	SLU3(min)	I[500]	Axial	-14,317	-631	-68	-769	1,897
568	SLU3(min)	I[500]	Moment-y	-12,414	-615	-100	-1,129	-2,494
568	SLU3(min)	I[500]	Moment-z	-10,424	-597	-81	-919	-6,988
568	SLU4(min)	I[500]	Axial	-14,500	-631	92	1,034	1,899
568	SLU4(min)	I[500]	Moment-y	-12,598	-615	60	674	-2,492

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SLU4(min)	I[500]	Moment-z	-10,607	-596	78	884	-6,986
568	SLU5(min)	I[500]	Axial	-11,295	574	-70	-786	15,420
568	SLU5(min)	I[500]	Moment-y	-9,410	589	-101	-1,137	11,030
568	SLU5(min)	I[500]	Moment-z	-7,419	608	-82	-927	6,536
568	SLU6(min)	I[500]	Axial	-11,479	574	90	1,017	15,422
568	SLU6(min)	I[500]	Moment-y	-9,593	590	59	666	11,032
568	SLU6(min)	I[500]	Moment-z	-7,602	608	78	876	6,538
568	SLU7(min)	I[500]	Axial	-11,296	-631	-70	-787	1,837
568	SLU7(min)	I[500]	Moment-y	-9,410	-615	-101	-1,138	-2,554
568	SLU7(min)	I[500]	Moment-z	-7,419	-597	-82	-928	-7,047
568	SLU8(min)	I[500]	Axial	-11,479	-630	90	1,016	1,839
568	SLU8(min)	I[500]	Moment-y	-9,594	-615	59	665	-2,552
568	SLU8(min)	I[500]	Moment-z	-7,603	-596	77	876	-7,045
568	SLU9(min)	I[500]	Axial	-15,192	-21	-66	-750	6,309
568	SLU9(min)	I[500]	Moment-y	-12,832	-10	-105	-1,183	3,174
568	SLU9(min)	I[500]	Moment-z	-11,298	13	-80	-900	-2,576
568	SLU10(min)	I[500]	Axial	-15,375	-21	93	1,053	6,311
568	SLU10(min)	I[500]	Moment-y	-13,015	-10	55	620	3,176
568	SLU10(min)	I[500]	Moment-z	-11,482	13	80	903	-2,574
568	SLU11(min)	I[500]	Axial	-12,171	-21	-68	-768	6,249
568	SLU11(min)	I[500]	Moment-y	-9,828	-10	-105	-1,191	3,115
568	SLU11(min)	I[500]	Moment-z	-8,294	13	-80	-908	-2,635
568	SLU12(min)	I[500]	Axial	-12,354	-20	92	1,035	6,251
568	SLU12(min)	I[500]	Moment-y	-10,011	-9	54	612	3,117
568	SLU12(min)	I[500]	Moment-z	-8,477	14	79	895	-2,633
568	SLU13(min)	I[500]	Axial	-15,131	-21	-119	-1,346	6,308
568	SLU13(min)	I[500]	Moment-y	-12,771	-10	-157	-1,779	3,174
568	SLU13(min)	I[500]	Moment-z	-11,237	13	-132	-1,496	-2,577
568	SLU14(min)	I[500]	Axial	-15,437	-21	147	1,659	6,311
568	SLU14(min)	I[500]	Moment-y	-13,077	-9	109	1,226	3,177
568	SLU14(min)	I[500]	Moment-z	-11,543	14	134	1,509	-2,573
568	SLU15(min)	I[500]	Axial	-12,110	-21	-121	-1,364	6,249
568	SLU15(min)	I[500]	Moment-y	-9,767	-10	-158	-1,788	3,114
568	SLU15(min)	I[500]	Moment-z	-8,233	13	-133	-1,505	-2,636
568	SLU16(min)	I[500]	Axial	-12,416	-20	145	1,641	6,252
568	SLU16(min)	I[500]	Moment-y	-10,073	-9	108	1,217	3,118
568	SLU16(min)	I[500]	Moment-z	-8,539	14	133	1,500	-2,633
568	SLU17(min)	I[500]	Axial	-10,832	1,003	5	53	11,499
568	SLU17(min)	I[500]	Moment-y	-10,732	1,003	0	-1	11,499
568	SLU17(min)	I[500]	Moment-z	-10,732	1,003	0	-1	11,499
568	SLU18(min)	I[500]	Axial	-7,811	1,004	3	35	11,439
568	SLU18(min)	I[500]	Moment-y	-7,727	1,004	-1	-10	11,439
568	SLU18(min)	I[500]	Moment-z	-7,727	1,004	-1	-10	11,439

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SISMA1(min)	I[500]	Axial	-7,524	324	1,446	15,191	4,020
568	SISMA1(min)	I[500]	Moment-y	-7,441	324	1,442	15,146	4,020
568	SISMA1(min)	I[500]	Moment-z	-7,441	324	1,442	15,146	4,020
568	SISMA2(min)	I[500]	Axial	-7,551	1,080	437	4,588	13,117
568	SISMA2(min)	I[500]	Moment-y	-7,467	1,080	433	4,543	13,117
568	SISMA2(min)	I[500]	Moment-z	-7,467	1,080	433	4,543	13,117
568	SISMA3(min)	I[500]	Axial	-6,971	324	439	4,611	4,022
568	SISMA3(min)	I[500]	Moment-y	-6,888	324	435	4,566	4,022
568	SISMA3(min)	I[500]	Moment-z	-6,888	324	435	4,566	4,022
568	SISMA4(min)	I[500]	Axial	-7,601	324	-1,438	-15,103	4,020
568	SISMA4(min)	I[500]	Moment-y	-7,518	324	-1,442	-15,148	4,020
568	SISMA4(min)	I[500]	Moment-z	-7,518	324	-1,442	-15,148	4,020
568	SISMA5(min)	I[500]	Axial	-7,552	-1,081	437	4,588	-12,876
568	SISMA5(min)	I[500]	Moment-y	-7,468	-1,081	433	4,543	-12,876
568	SISMA5(min)	I[500]	Moment-z	-7,468	-1,081	433	4,543	-12,876
568	SISMA6(min)	I[500]	Axial	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA6(min)	I[500]	Moment-y	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA6(min)	I[500]	Moment-z	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA7(min)	I[500]	Axial	-7,524	-324	1,446	15,191	-3,778
568	SISMA7(min)	I[500]	Moment-y	-7,441	-324	1,442	15,146	-3,778
568	SISMA7(min)	I[500]	Moment-z	-7,441	-324	1,442	15,146	-3,778
568	SISMA8(min)	I[500]	Axial	-7,574	1,080	-429	-4,500	13,117
568	SISMA8(min)	I[500]	Moment-y	-7,490	1,080	-433	-4,545	13,117
568	SISMA8(min)	I[500]	Moment-z	-7,490	1,080	-433	-4,545	13,117
568	SISMA9(min)	I[500]	Axial	-6,994	324	-427	-4,477	4,022
568	SISMA9(min)	I[500]	Moment-y	-6,911	324	-431	-4,522	4,022
568	SISMA9(min)	I[500]	Moment-z	-6,911	324	-431	-4,522	4,022
568	SISMA10(min)	I[500]	Axial	-8,021	324	1,444	15,172	4,018
568	SISMA10(min)	I[500]	Moment-y	-7,938	324	1,440	15,127	4,018
568	SISMA10(min)	I[500]	Moment-z	-7,938	324	1,440	15,127	4,018
568	SISMA11(min)	I[500]	Axial	-8,048	1,080	435	4,569	13,115
568	SISMA11(min)	I[500]	Moment-y	-7,964	1,080	431	4,524	13,115
568	SISMA11(min)	I[500]	Moment-z	-7,964	1,080	431	4,524	13,115
568	SISMA12(min)	I[500]	Axial	-8,628	324	433	4,546	4,015
568	SISMA12(min)	I[500]	Moment-y	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA12(min)	I[500]	Moment-z	-8,544	324	429	4,501	4,015
568	SISMA13(min)	I[500]	Axial	-8,098	-324	-1,440	-15,123	-3,780
568	SISMA13(min)	I[500]	Moment-y	-8,015	-324	-1,444	-15,168	-3,780
568	SISMA13(min)	I[500]	Moment-z	-8,015	-324	-1,444	-15,168	-3,780
568	SISMA14(min)	I[500]	Axial	-8,072	-1,081	-431	-4,520	-12,878
568	SISMA14(min)	I[500]	Moment-y	-7,988	-1,081	-435	-4,565	-12,878
568	SISMA14(min)	I[500]	Moment-z	-7,988	-1,081	-435	-4,565	-12,878
568	SISMA15(min)	I[500]	Axial	-8,651	-325	-433	-4,543	-3,783

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

568	SISMA15(min)	I[500]	Moment-y	-8,568	-325	-437	-4,588	-3,783
568	SISMA15(min)	I[500]	Moment-z	-8,568	-325	-437	-4,588	-3,783
568	SISMA16(min)	I[500]	Axial	-8,021	-324	1,444	15,171	-3,780
568	SISMA16(min)	I[500]	Moment-y	-7,938	-324	1,440	15,126	-3,780
568	SISMA16(min)	I[500]	Moment-z	-7,938	-324	1,440	15,126	-3,780
568	SISMA17(min)	I[500]	Axial	-8,049	-1,081	435	4,568	-12,878
568	SISMA17(min)	I[500]	Moment-y	-7,965	-1,081	431	4,523	-12,878
568	SISMA17(min)	I[500]	Moment-z	-7,965	-1,081	431	4,523	-12,878
568	SISMA18(min)	I[500]	Axial	-8,628	-325	433	4,546	-3,783
568	SISMA18(min)	I[500]	Moment-y	-8,545	-325	429	4,501	-3,783
568	SISMA18(min)	I[500]	Moment-z	-8,545	-325	429	4,501	-3,783
568	SLE1_CAR(min)	I[500]	Axial	-11,047	386	-44	-493	9,188
568	SLE1_CAR(min)	I[500]	Moment-y	-9,290	394	-72	-819	6,866
568	SLE1_CAR(min)	I[500]	Moment-z	-8,154	411	-54	-609	2,607
568	SLE2_CAR(min)	I[500]	Axial	-11,169	386	63	709	9,189
568	SLE2_CAR(min)	I[500]	Moment-y	-9,412	395	34	383	6,868
568	SLE2_CAR(min)	I[500]	Moment-z	-8,276	412	52	593	2,608
568	SLE3_CAR(min)	I[500]	Axial	-11,047	-417	-44	-494	132
568	SLE3_CAR(min)	I[500]	Moment-y	-9,290	-409	-73	-819	-2,189
568	SLE3_CAR(min)	I[500]	Moment-z	-8,154	-392	-54	-610	-6,449
568	SLE4_CAR(min)	I[500]	Axial	-11,170	-417	63	708	134
568	SLE4_CAR(min)	I[500]	Moment-y	-9,413	-409	34	383	-2,188
568	SLE4_CAR(min)	I[500]	Moment-z	-8,276	-392	52	592	-6,448
568	SLE1_FR(min)	I[500]	Axial	-7,339	126	-51	-574	3,869
568	SLE1_FR(min)	I[500]	Moment-y	-6,445	130	-69	-776	2,757
568	SLE1_FR(min)	I[500]	Moment-z	-5,750	139	-58	-656	473
568	SLE2_FR(min)	I[500]	Axial	-7,010	123	-51	-580	4,745
568	SLE2_FR(min)	I[500]	Moment-y	-6,275	128	-67	-754	3,203
568	SLE2_FR(min)	I[500]	Moment-z	-5,421	136	-59	-663	1,349
568	SLE3_FR(min)	I[500]	Axial	-7,461	126	56	628	3,870
568	SLE3_FR(min)	I[500]	Moment-y	-6,568	130	38	426	2,758
568	SLE3_FR(min)	I[500]	Moment-z	-5,873	139	48	546	474
568	SLE4_FR(min)	I[500]	Axial	-7,132	123	55	622	4,746
568	SLE4_FR(min)	I[500]	Moment-y	-6,398	129	40	448	3,205
568	SLE4_FR(min)	I[500]	Moment-z	-5,544	137	48	539	1,350
568	SLE1_QP(min)	I[500]	Axial	-5,612	0	-45	-508	1
568	SLE1_QP(min)	I[500]	Moment-y	-5,528	0	-49	-553	1
568	SLE1_QP(min)	I[500]	Moment-z	-5,528	0	-49	-553	1
568	SLE2_QP(min)	I[500]	Axial	-5,714	0	44	493	3
568	SLE2_QP(min)	I[500]	Moment-y	-5,630	0	40	448	3
568	SLE2_QP(min)	I[500]	Moment-z	-5,630	0	40	448	3

Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t_{trasv}} / W_{trasv}) + (M_{l_{long}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali.

<i>Casi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nmax</i>	<i>Mtrasv</i>	<i>Mlong</i>	<i>Ttrasv</i>	<i>Tlong</i>	<i>Npalo</i>	<i>Npalo min</i>	<i>Tpalo</i>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	SLU1(max)-Axial	17,629	7,814	1,082	608	-81	-207	-119	5.7
2	SLU1(max)-Moment-y	20,146	13,383	646	589	-49	-254	-119	5.5
3	SLU1(max)-Moment-z	21,523	16,630	904	574	-68	-284	-115	5.4
4	SLU2(max)-Axial	17,813	7,817	1,040	608	78	-208	-121	5.7
5	SLU2(max)-Moment-y	20,329	13,385	1,477	589	111	-261	-116	5.5
6	SLU2(max)-Moment-z	21,706	16,632	1,218	574	92	-287	-114	5.4
7	SLU3(max)-Axial	17,630	8,178	1,083	-596	-81	-209	-118	5.6
8	SLU3(max)-Moment-y	20,146	2,610	647	-616	-49	-203	-170	5.7
9	SLU3(max)-Moment-z	21,523	3,160	905	-631	-68	-220	-179	5.9
10	SLU4(max)-Axial	17,813	8,176	1,039	-596	78	-210	-120	5.6
11	SLU4(max)-Moment-y	20,330	2,607	1,476	-616	111	-210	-167	5.8
12	SLU4(max)-Moment-z	21,707	3,161	1,217	-630	92	-224	-178	5.9
13	SLU5(max)-Axial	14,625	7,755	1,093	608	-82	-179	-92	5.7
14	SLU5(max)-Moment-y	17,125	13,324	666	589	-50	-226	-91	5.5
15	SLU5(max)-Moment-z	18,502	16,570	925	574	-70	-256	-87	5.4
16	SLU6(max)-Axial	14,808	7,758	1,030	609	77	-180	-94	5.7
17	SLU6(max)-Moment-y	17,308	13,326	1,456	589	109	-233	-88	5.5
18	SLU6(max)-Moment-z	18,685	16,573	1,197	574	90	-259	-87	5.4
19	SLU7(max)-Axial	14,625	8,237	1,094	-596	-82	-181	-90	5.6
20	SLU7(max)-Moment-y	17,125	2,669	667	-616	-50	-175	-142	5.7
21	SLU7(max)-Moment-z	18,502	3,100	926	-630	-70	-192	-151	5.9
22	SLU8(max)-Axial	14,809	8,235	1,029	-596	77	-183	-92	5.6
23	SLU8(max)-Moment-y	17,309	2,667	1,455	-615	109	-182	-139	5.8
24	SLU8(max)-Moment-z	18,686	3,101	1,196	-630	90	-195	-151	5.9
25	SLU9(max)-Axial	17,579	102	1,089	4	-82	-170	-156	0.8
26	SLU9(max)-Moment-y	20,676	3,984	564	-10	-42	-214	-169	0.4
27	SLU9(max)-Moment-z	-	8,850	911	-30	-68	-246	-151	0.7

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

		21,473							
28	SLU10(max)-Axial	17,762	100	1,033	4	78	-171	-158	0.7
29	SLU10(max)-Moment-y	20,859	3,986	1,558	-10	117	-222	-165	1.1
30	SLU10(max)-Moment-z	21,656	8,852	1,212	-30	91	-250	-151	0.9
31	SLU11(max)-Axial	14,575	162	1,099	4	-83	-143	-127	0.8
32	SLU11(max)-Moment-y	17,655	3,925	585	-10	-44	-186	-141	0.4
33	SLU11(max)-Moment-z	18,452	8,791	931	-30	-70	-218	-123	0.7
34	SLU12(max)-Axial	14,758	160	1,023	4	77	-144	-130	0.7
35	SLU12(max)-Moment-y	17,838	3,926	1,537	-10	116	-193	-137	1.1
36	SLU12(max)-Moment-z	18,635	8,792	1,191	-30	90	-222	-123	0.9
37	SLU13(max)-Axial	17,518	103	1,791	4	-135	-174	-151	1.2
38	SLU13(max)-Moment-y	20,615	3,984	1,266	-10	-95	-218	-164	0.9
39	SLU13(max)-Moment-z	21,412	8,850	1,612	-30	-121	-250	-146	1.2
40	SLU14(max)-Axial	17,824	100	1,746	4	131	-176	-154	1.2
41	SLU14(max)-Moment-y	20,921	3,987	2,271	-10	171	-227	-161	1.6
42	SLU14(max)-Moment-z	21,718	8,853	1,925	-30	145	-255	-147	1.4
43	SLU15(max)-Axial	14,514	162	1,801	4	-135	-146	-122	1.3
44	SLU15(max)-Moment-y	17,594	3,924	1,287	-10	-97	-189	-136	0.9
45	SLU15(max)-Moment-z	18,391	8,790	1,633	-30	-123	-222	-118	1.2
46	SLU16(max)-Axial	14,820	160	1,736	5	131	-149	-126	1.2
47	SLU16(max)-Moment-y	17,900	3,927	2,250	-10	169	-198	-133	1.6
48	SLU16(max)-Moment-z	18,697	8,793	1,904	-30	143	-227	-120	1.4
49	SLU17(max)-Axial	17,939	13,506	2	1,003	0	-230	-102	9.3
50	SLU17(max)-Moment-y	18,039	13,506	62	1,003	5	-232	-103	9.3
51	SLU17(max)-Moment-z	18,039	13,506	62	1,003	5	-232	-103	9.3
52	SLU18(max)-Axial	14,935	13,446	12	1,004	-1	-202	-74	9.3
53	SLU18(max)-Moment-y	15,018	13,446	41	1,004	3	-203	-75	9.3
54	SLU18(max)-Moment-z	15,018	13,446	41	1,004	3	-203	-75	9.3
55	SISMA1(max)-Axial	14,648	4,668	18,030	324	1,442	-269	-2	13.7
56	SISMA1(max)-Moment-y	14,731	4,668	18,083	324	1,446	-270	-3	13.7
57	SISMA1(max)-Moment-z	14,731	4,668	18,083	324	1,446	-270	-3	13.7
58	SISMA2(max)-Axial	14,674	15,277	5,408	1,080	433	-242	-30	10.8
59	SISMA2(max)-Moment-y	-	15,277	5,461	1,080	437	-243	-30	10.8

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		14,758							
60	SISMA2(max)-Moment-z	14,758	15,277	5,461	1,080	437	-243	-30	10.8
61	SISMA3(max)-Axial	14,095	4,670	5,435	324	435	-186	-75	5.0
62	SISMA3(max)-Moment-y	14,178	4,670	5,488	324	439	-187	-75	5.0
63	SISMA3(max)-Moment-z	14,178	4,670	5,488	324	439	-187	-75	5.0
64	SISMA4(max)-Axial	14,725	4,667	18,033	324	-1,442	-270	-3	13.7
65	SISMA4(max)-Moment-y	14,808	4,667	17,979	324	-1,438	-270	-4	13.7
66	SISMA4(max)-Moment-z	14,808	4,667	17,979	324	-1,438	-270	-4	13.7
67	SISMA5(max)-Axial	14,676	15,037	5,408	-1,081	433	-241	-31	10.8
68	SISMA5(max)-Moment-y	14,759	15,037	5,461	-1,081	437	-242	-32	10.8
69	SISMA5(max)-Moment-z	14,759	15,037	5,461	-1,081	437	-242	-32	10.8
70	SISMA6(max)-Axial	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
71	SISMA6(max)-Moment-y	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
72	SISMA6(max)-Moment-z	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
73	SISMA7(max)-Axial	14,648	4,427	18,030	-324	1,442	-268	-3	13.7
74	SISMA7(max)-Moment-y	14,732	4,427	18,083	-324	1,446	-269	-4	13.7
75	SISMA7(max)-Moment-z	14,732	4,427	18,083	-324	1,446	-269	-4	13.7
76	SISMA8(max)-Axial	14,698	15,277	5,410	1,080	-433	-242	-30	10.8
77	SISMA8(max)-Moment-y	14,781	15,277	5,357	1,080	-429	-242	-31	10.8
78	SISMA8(max)-Moment-z	14,781	15,277	5,357	1,080	-429	-242	-31	10.8
79	SISMA9(max)-Axial	14,118	4,670	5,384	324	-431	-186	-75	5.0
80	SISMA9(max)-Moment-y	14,202	4,670	5,330	324	-427	-187	-76	5.0
81	SISMA9(max)-Moment-z	14,202	4,670	5,330	324	-427	-187	-76	5.0
82	SISMA10(max)-Axial	15,145	4,665	18,007	324	1,440	-274	-7	13.7
83	SISMA10(max)-Moment-y	15,228	4,665	18,060	324	1,444	-275	-7	13.7
84	SISMA10(max)-Moment-z	15,228	4,665	18,060	324	1,444	-275	-7	13.7
85	SISMA11(max)-Axial	15,171	15,275	5,385	1,080	431	-246	-35	10.8
86	SISMA11(max)-Moment-y	15,255	15,275	5,438	1,080	435	-247	-35	10.8
87	SISMA11(max)-Moment-z	15,255	15,275	5,438	1,080	435	-247	-35	10.8
88	SISMA12(max)-Axial	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
89	SISMA12(max)-Moment-y	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
90	SISMA12(max)-Moment-z	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
91	SISMA13(max)-Axial	-	4,429	18,056	-324	-1,444	-273	-8	13.7

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

		15,222							
92	SISMA13(max)-Moment-y	15,306	4,429	18,003	-324	-1,440	-274	-10	13.7
93	SISMA13(max)-Moment-z	15,306	4,429	18,003	-324	-1,440	-274	-10	13.7
94	SISMA14(max)-Axial	15,196	15,039	5,434	-1,081	-435	-246	-36	10.8
95	SISMA14(max)-Moment-y	15,279	15,039	5,381	-1,081	-431	-246	-37	10.8
96	SISMA14(max)-Moment-z	15,279	15,039	5,381	-1,081	-431	-246	-37	10.8
97	SISMA15(max)-Axial	15,775	4,432	5,461	-325	-437	-201	-91	5.0
98	SISMA15(max)-Moment-y	15,858	4,432	5,408	-325	-433	-201	-92	5.0
99	SISMA15(max)-Moment-z	15,858	4,432	5,408	-325	-433	-201	-92	5.0
100	SISMA16(max)-Axial	15,145	4,429	18,007	-324	1,440	-272	-8	13.7
101	SISMA16(max)-Moment-y	15,228	4,429	18,060	-324	1,444	-274	-8	13.7
102	SISMA16(max)-Moment-z	15,228	4,429	18,060	-324	1,444	-274	-8	13.7
103	SISMA17(max)-Axial	15,172	15,039	5,385	-1,081	431	-245	-36	10.8
104	SISMA17(max)-Moment-y	15,256	15,039	5,438	-1,081	435	-246	-36	10.8
105	SISMA17(max)-Moment-z	15,256	15,039	5,438	-1,081	435	-246	-36	10.8
106	SISMA18(max)-Axial	15,752	4,432	5,358	-325	429	-200	-92	5.0
107	SISMA18(max)-Moment-y	15,835	4,432	5,411	-325	433	-201	-92	5.0
108	SISMA18(max)-Moment-z	15,835	4,432	5,411	-325	433	-201	-92	5.0
109	SLE1_CAR(max)-Axial	14,675	5,255	739	405	-56	-165	-106	3.8
110	SLE1_CAR(max)-Moment-y	16,978	8,240	344	394	-26	-198	-116	3.7
111	SLE1_CAR(max)-Moment-z	17,568	11,785	601	379	-45	-222	-103	3.5
112	SLE2_CAR(max)-Axial	14,797	5,256	676	405	51	-166	-108	3.8
113	SLE2_CAR(max)-Moment-y	17,100	8,242	1,070	394	80	-204	-113	3.7
114	SLE2_CAR(max)-Moment-z	17,691	11,787	814	379	61	-225	-103	3.6
115	SLE3_CAR(max)-Axial	14,675	5,407	740	-398	-56	-166	-106	3.7
116	SLE3_CAR(max)-Moment-y	16,978	2,422	345	-409	-26	-171	-144	3.8
117	SLE3_CAR(max)-Moment-z	17,569	2,818	602	-424	-45	-180	-146	3.9
118	SLE4_CAR(max)-Axial	14,797	5,406	675	-398	51	-167	-107	3.7
119	SLE4_CAR(max)-Moment-y	17,101	2,420	1,070	-409	80	-176	-140	3.9
120	SLE4_CAR(max)-Moment-z	17,691	2,819	813	-424	61	-182	-145	4.0
121	SLE1_FR(max)-Axial	12,607	1,663	784	136	-59	-129	-104	1.4
122	SLE1_FR(max)-Moment-y	13,910	3,276	537	130	-40	-148	-110	1.3
123	SLE1_FR(max)-Moment-z	-	5,032	686	122	-52	-160	-103	1.2

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



		14,195							
124	SLE2_FR(max)-Axial	12,628	1,623	781	136	-59	-129	-104	1.4
125	SLE2_FR(max)-Moment-y	13,704	3,825	570	129	-43	-149	-105	1.3
126	SLE2_FR(max)-Moment-z	14,217	4,991	683	123	-51	-160	-104	1.2
127	SLE3_FR(max)-Axial	12,729	1,665	631	136	47	-130	-106	1.3
128	SLE3_FR(max)-Moment-y	14,032	3,278	878	130	66	-151	-109	1.4
129	SLE3_FR(max)-Moment-z	14,318	5,033	729	122	55	-161	-104	1.2
130	SLE4_FR(max)-Axial	12,751	1,624	634	137	48	-130	-106	1.3
131	SLE4_FR(max)-Moment-y	13,826	3,826	845	129	64	-151	-105	1.3
132	SLE4_FR(max)-Moment-z	14,339	4,993	732	123	55	-161	-105	1.2
133	SLE1_QP(max)-Axial	12,735	2	651	0	-49	-122	-114	0.5
134	SLE1_QP(max)-Moment-y	12,819	2	598	0	-45	-122	-115	0.4
135	SLE1_QP(max)-Moment-z	12,819	2	598	0	-45	-122	-115	0.4
136	SLE2_QP(max)-Axial	12,837	3	528	0	40	-122	-116	0.4
137	SLE2_QP(max)-Moment-y	12,921	3	581	0	44	-123	-116	0.4
138	SLE2_QP(max)-Moment-z	12,921	3	581	0	44	-123	-116	0.4
139	SLU1(min)-Axial	21,524	16,628	904	574	-68	-284	-115	5.4
140	SLU1(min)-Moment-y	19,621	12,268	1,328	589	-100	-248	-115	5.5
141	SLU1(min)-Moment-z	17,630	7,812	1,080	608	-81	-207	-119	5.7
142	SLU2(min)-Axial	21,707	16,630	1,218	574	92	-287	-115	5.4
143	SLU2(min)-Moment-y	19,805	12,270	794	589	60	-247	-120	5.5
144	SLU2(min)-Moment-z	17,814	7,814	1,042	608	78	-208	-121	5.7
145	SLU3(min)-Axial	21,524	3,158	905	-631	-68	-220	-179	5.9
146	SLU3(min)-Moment-y	19,622	3,725	1,329	-615	-100	-208	-156	5.8
147	SLU3(min)-Moment-z	17,631	8,181	1,081	-597	-81	-209	-118	5.6
148	SLU4(min)-Axial	21,708	3,160	1,217	-631	92	-224	-178	5.9
149	SLU4(min)-Moment-y	19,805	3,722	793	-615	60	-206	-161	5.7
150	SLU4(min)-Moment-z	17,814	8,178	1,041	-596	78	-210	-120	5.6
151	SLU5(min)-Axial	18,503	16,568	925	574	-70	-256	-87	5.4
152	SLU5(min)-Moment-y	16,617	12,209	1,338	589	-101	-220	-88	5.5
153	SLU5(min)-Moment-z	14,626	7,752	1,091	608	-82	-179	-92	5.7
154	SLU6(min)-Axial	18,686	16,571	1,197	574	90	-259	-87	5.4
155	SLU6(min)-Moment-y	-	12,211	784	590	59	-218	-93	5.5

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

		16,800							
156	SLU6(min)-Moment-z	14,810	7,755	1,032	608	78	-180	-94	5.7
157	SLU7(min)-Axial	18,503	3,098	926	-631	-70	-192	-151	5.9
158	SLU7(min)-Moment-y	16,617	3,784	1,339	-615	-101	-180	-128	5.8
159	SLU7(min)-Moment-z	14,627	8,240	1,092	-597	-82	-181	-90	5.6
160	SLU8(min)-Axial	18,687	3,100	1,196	-630	90	-195	-151	5.9
161	SLU8(min)-Moment-y	16,801	3,782	783	-615	59	-178	-133	5.7
162	SLU8(min)-Moment-z	14,810	8,238	1,030	-596	77	-183	-92	5.6
163	SLU9(min)-Axial	22,399	6,350	883	-21	-66	-243	-172	0.6
164	SLU9(min)-Moment-y	20,039	3,194	1,392	-10	-105	-209	-162	1.0
165	SLU9(min)-Moment-z	18,505	2,602	1,059	13	-80	-190	-152	0.7
166	SLU10(min)-Axial	22,582	6,352	1,240	-21	93	-247	-171	0.9
167	SLU10(min)-Moment-y	20,223	3,196	730	-10	55	-207	-168	0.5
168	SLU10(min)-Moment-z	18,689	2,601	1,063	13	80	-192	-154	0.8
169	SLU11(min)-Axial	19,378	6,290	903	-21	-68	-215	-144	0.7
170	SLU11(min)-Moment-y	17,035	3,134	1,402	-10	-105	-181	-134	1.0
171	SLU11(min)-Moment-z	15,501	2,662	1,069	13	-80	-163	-124	0.8
172	SLU12(min)-Axial	19,562	6,292	1,219	-20	92	-219	-144	0.9
173	SLU12(min)-Moment-y	17,218	3,136	720	-9	54	-179	-140	0.5
174	SLU12(min)-Moment-z	15,685	2,661	1,053	14	79	-164	-126	0.7
175	SLU13(min)-Axial	22,338	6,350	1,584	-21	-119	-247	-167	1.1
176	SLU13(min)-Moment-y	19,978	3,193	2,094	-10	-157	-213	-157	1.5
177	SLU13(min)-Moment-z	18,445	2,603	1,761	13	-132	-194	-148	1.2
178	SLU14(min)-Axial	22,644	6,352	1,952	-21	147	-252	-167	1.4
179	SLU14(min)-Moment-y	20,284	3,196	1,443	-9	109	-212	-164	1.0
180	SLU14(min)-Moment-z	18,751	2,600	1,776	14	134	-197	-150	1.2
181	SLU15(min)-Axial	19,317	6,290	1,605	-21	-121	-219	-139	1.1
182	SLU15(min)-Moment-y	16,974	3,134	2,104	-10	-158	-185	-129	1.5
183	SLU15(min)-Moment-z	15,440	2,663	1,771	13	-133	-167	-119	1.2
184	SLU16(min)-Axial	19,623	6,293	1,932	-20	145	-223	-140	1.4
185	SLU16(min)-Moment-y	17,280	3,136	1,433	-9	108	-184	-136	1.0
186	SLU16(min)-Moment-z	15,746	2,660	1,766	14	133	-169	-122	1.2
187	SLU17(min)-Axial	-	13,506	62	1,003	5	-232	-103	9.3

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.04 - VIADOTTO GIOSTRA

		18,039							
188	SLU17(min)-Moment-y	17,939	13,506	2	1,003	0	-230	-102	9.3
189	SLU17(min)-Moment-z	17,939	13,506	2	1,003	0	-230	-102	9.3
190	SLU18(min)-Axial	15,018	13,446	41	1,004	3	-203	-75	9.3
191	SLU18(min)-Moment-y	14,935	13,446	12	1,004	-1	-202	-74	9.3
192	SLU18(min)-Moment-z	14,935	13,446	12	1,004	-1	-202	-74	9.3
193	SISMA1(min)-Axial	14,731	4,668	18,083	324	1,446	-270	-3	13.7
194	SISMA1(min)-Moment-y	14,648	4,668	18,030	324	1,442	-269	-2	13.7
195	SISMA1(min)-Moment-z	14,648	4,668	18,030	324	1,442	-269	-2	13.7
196	SISMA2(min)-Axial	14,758	15,277	5,461	1,080	437	-243	-30	10.8
197	SISMA2(min)-Moment-y	14,674	15,277	5,408	1,080	433	-242	-30	10.8
198	SISMA2(min)-Moment-z	14,674	15,277	5,408	1,080	433	-242	-30	10.8
199	SISMA3(min)-Axial	14,178	4,670	5,488	324	439	-187	-75	5.0
200	SISMA3(min)-Moment-y	14,095	4,670	5,435	324	435	-186	-75	5.0
201	SISMA3(min)-Moment-z	14,095	4,670	5,435	324	435	-186	-75	5.0
202	SISMA4(min)-Axial	14,808	4,667	17,979	324	-1,438	-270	-4	13.7
203	SISMA4(min)-Moment-y	14,725	4,667	18,033	324	-1,442	-270	-3	13.7
204	SISMA4(min)-Moment-z	14,725	4,667	18,033	324	-1,442	-270	-3	13.7
205	SISMA5(min)-Axial	14,759	15,037	5,461	-1,081	437	-242	-32	10.8
206	SISMA5(min)-Moment-y	14,676	15,037	5,408	-1,081	433	-241	-31	10.8
207	SISMA5(min)-Moment-z	14,676	15,037	5,408	-1,081	433	-241	-31	10.8
208	SISMA6(min)-Axial	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
209	SISMA6(min)-Moment-y	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
210	SISMA6(min)-Moment-z	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
211	SISMA7(min)-Axial	14,732	4,427	18,083	-324	1,446	-269	-4	13.7
212	SISMA7(min)-Moment-y	14,648	4,427	18,030	-324	1,442	-268	-3	13.7
213	SISMA7(min)-Moment-z	14,648	4,427	18,030	-324	1,442	-268	-3	13.7
214	SISMA8(min)-Axial	14,781	15,277	5,357	1,080	-429	-242	-31	10.8
215	SISMA8(min)-Moment-y	14,698	15,277	5,410	1,080	-433	-242	-30	10.8
216	SISMA8(min)-Moment-z	14,698	15,277	5,410	1,080	-433	-242	-30	10.8
217	SISMA9(min)-Axial	14,202	4,670	5,330	324	-427	-187	-76	5.0
218	SISMA9(min)-Moment-y	14,118	4,670	5,384	324	-431	-186	-75	5.0
219	SISMA9(min)-Moment-z	-	4,670	5,384	324	-431	-186	-75	5.0

PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		14,118							
220	SISMA10(min)-Axial	15,228	4,665	18,060	324	1,444	-275	-7	13.7
221	SISMA10(min)-Moment-y	15,145	4,665	18,007	324	1,440	-274	-7	13.7
222	SISMA10(min)-Moment-z	15,145	4,665	18,007	324	1,440	-274	-7	13.7
223	SISMA11(min)-Axial	15,255	15,275	5,438	1,080	435	-247	-35	10.8
224	SISMA11(min)-Moment-y	15,171	15,275	5,385	1,080	431	-246	-35	10.8
225	SISMA11(min)-Moment-z	15,171	15,275	5,385	1,080	431	-246	-35	10.8
226	SISMA12(min)-Axial	15,835	4,663	5,411	324	433	-202	-91	5.0
227	SISMA12(min)-Moment-y	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
228	SISMA12(min)-Moment-z	15,752	4,663	5,358	324	429	-201	-91	5.0
229	SISMA13(min)-Axial	15,306	4,429	18,003	-324	-1,440	-274	-10	13.7
230	SISMA13(min)-Moment-y	15,222	4,429	18,056	-324	-1,444	-273	-8	13.7
231	SISMA13(min)-Moment-z	15,222	4,429	18,056	-324	-1,444	-273	-8	13.7
232	SISMA14(min)-Axial	15,279	15,039	5,381	-1,081	-431	-246	-37	10.8
233	SISMA14(min)-Moment-y	15,196	15,039	5,434	-1,081	-435	-246	-36	10.8
234	SISMA14(min)-Moment-z	15,196	15,039	5,434	-1,081	-435	-246	-36	10.8
235	SISMA15(min)-Axial	15,858	4,432	5,408	-325	-433	-201	-92	5.0
236	SISMA15(min)-Moment-y	15,775	4,432	5,461	-325	-437	-201	-91	5.0
237	SISMA15(min)-Moment-z	15,775	4,432	5,461	-325	-437	-201	-91	5.0
238	SISMA16(min)-Axial	15,228	4,429	18,060	-324	1,444	-274	-8	13.7
239	SISMA16(min)-Moment-y	15,145	4,429	18,007	-324	1,440	-272	-8	13.7
240	SISMA16(min)-Moment-z	15,145	4,429	18,007	-324	1,440	-272	-8	13.7

Per le verifiche dei pali fare riferimento alla relazione di calcolo delle fondazioni

21.1. PULVINO

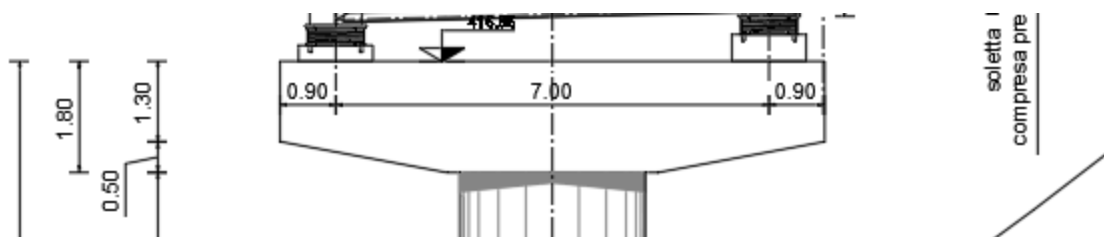
PROGETTAZIONE ATI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



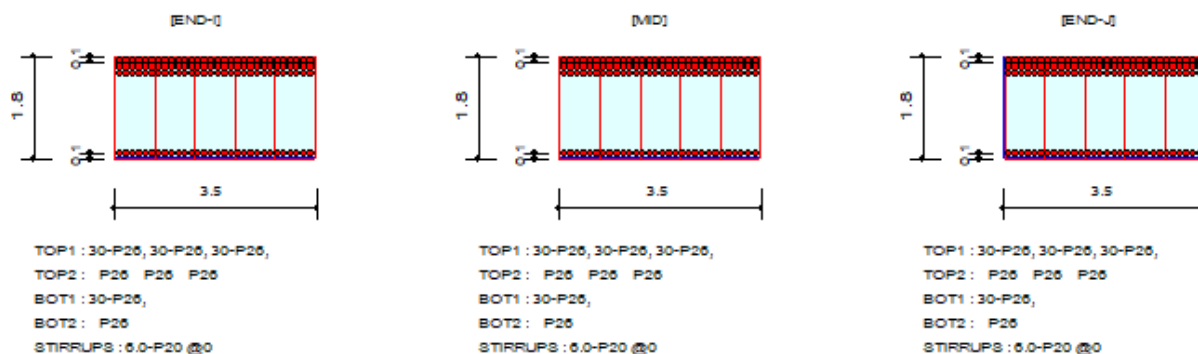


L'armatura prevista per il pulvino è costituita da 3 strati di ferri Ø26 con staffe a sei braccia Ø22.

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 : 0.1 m
Section Property : pulv_350x180 (No : 50)

2. Section Diagram



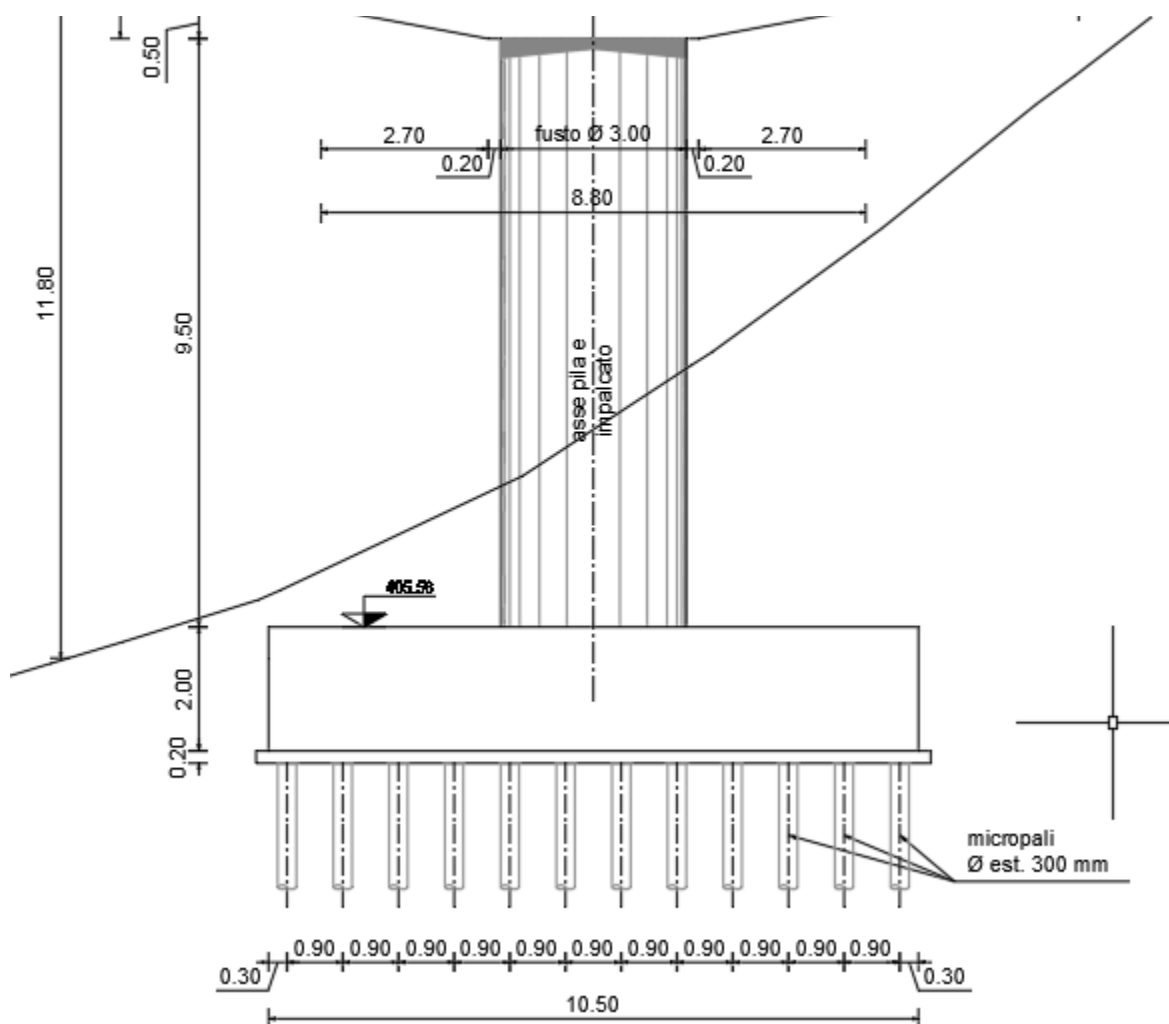
3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	18315.30	18099.72	17668.56
(-) Load Combination No.	17-	17-	17-
Factored Strength (M _{Rd})	26875.66	26875.66	26875.66
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.6815	0.6735	0.6574
Positive Moment (M _{Ed})	0.00	0.00	0.00
(+) Load Combination No.	17+	17+	17+
Factored Strength (M _{Rd})	10237.17	10237.17	10237.17
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0478	0.0478	0.0478
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0159	0.0159	0.0159

4. Shear Capacity

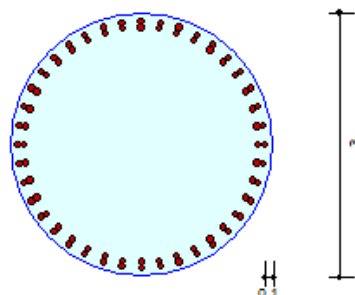
	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	29-	29-	29-
Factored Shear Force (V _{Ed})	8669.72	8669.72	8669.72
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	2680.82	2680.82	2680.82
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	10615.93	10615.93	10615.93
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	6.0-P20 @0	6.0-P20 @0	6.0-P20 @0
Check Ratio	0.8167	0.8167	0.8167

21.1. FUSTO PILA



1. Design Condition

Design Code	Eurocode2-2:05		
Unit System	kN, m		
Member Number	568 (PM), 568 (Shear)		
Material Data	fck = 30000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Column Height	2.65 m		
Section Property	pila (No : 60)		
Rebar Pattern		Pos 1	Pos 2
Layer 1	40-P26,26	--	--
Layer 2	40-P26,26	--	--
Total Rebar Area Ast = 0.04248 m ² (Rho = 0.0060)			



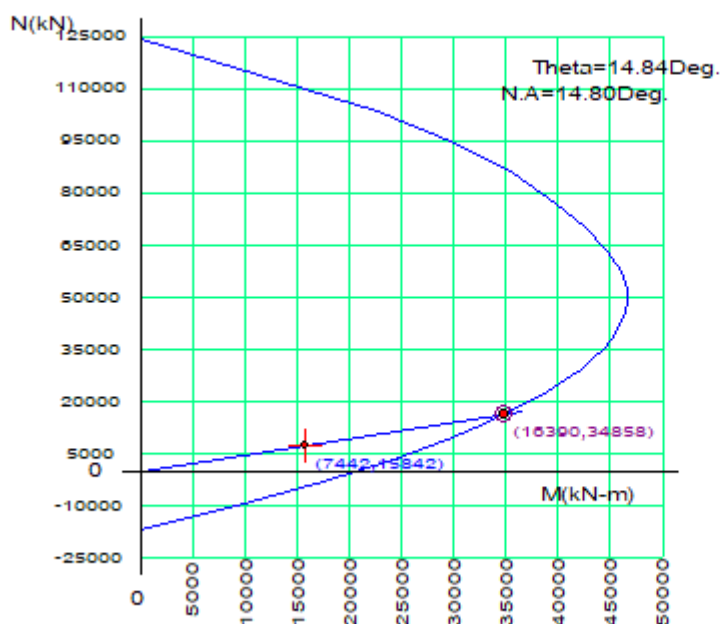
2. Applied Loads

Load Combination	34+	AT (I) Point					
N _{Ed}	= 7442.43 kN,	M _{Edy}	= 15316.3,	M _{Edz}	= 4047.37,	M _{Ed}	= 15842.0 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}	= 7442.43 / 16390.3	= 0.454 < 1.000 O.K
Moment Ratio	M _{Edy} /M _{Rdy}	= 15316.3 / 33695.1	= 0.455 < 1.000 O.K
	M _{Edz} /M _{Rdz}	= 4047.37 / 8927.22	= 0.453 < 1.000 O.K
	M _{Ed} /M _{Rd}	= 15842.0 / 34857.6	= 0.454 < 1.000 O.K

4. P-M Interaction Diagram



N _{Rd} (kN)	M _{Rd} (kN-m)
124121.99	0.00
94526.00	30089.89
77496.16	39843.92
63339.03	44700.40
52297.89	46638.23
44368.29	46304.94
38156.30	45133.15
32506.89	43389.14
26409.62	40782.14
18932.47	36557.04
9318.90	29432.54
-2808.39	17565.74
-16622.61	0.00

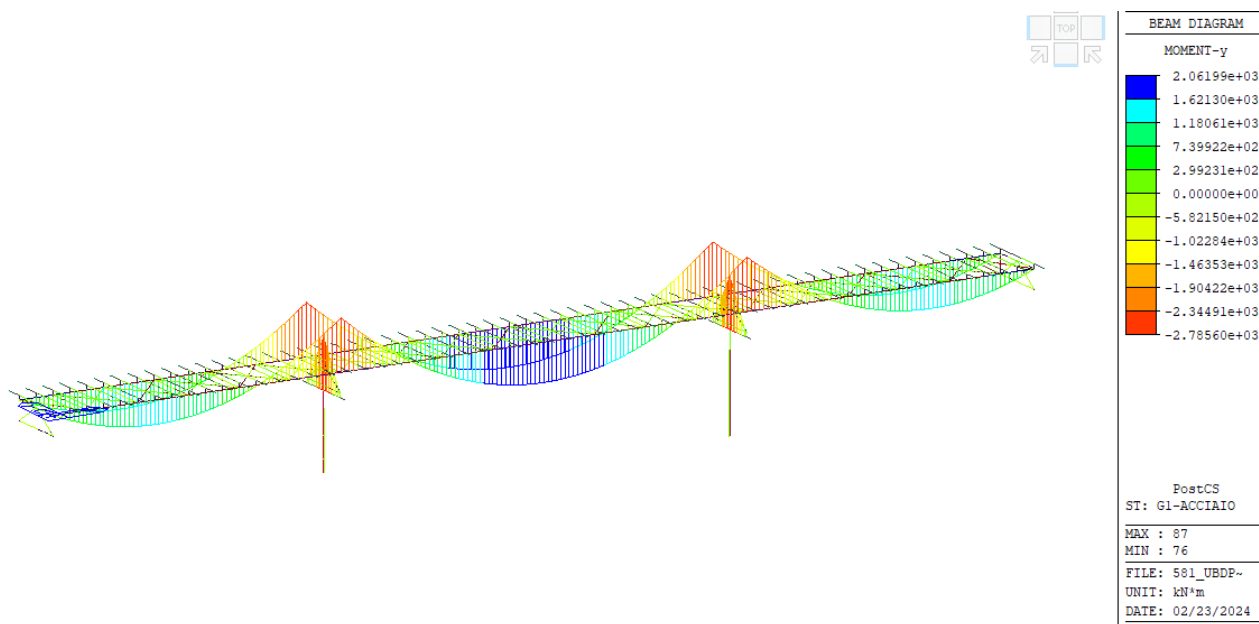
5. Shear Force Resistance Check

Applied Shear Resistance	V_{Ed}	= 1493.73 kN (Load Combination 40+)
Shear Strength by Conc	V_{Rdc}	= 2660.23 kN
Shear Resistance by Rebar	V_{Rds}	= 1770.70 kN (2.0-P18 @0)
Shear Ratio	V_{Ed}/V_{Rd}	= 1493.73 / 2660.23 = 0.562 < 1.000 O.K

22. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ

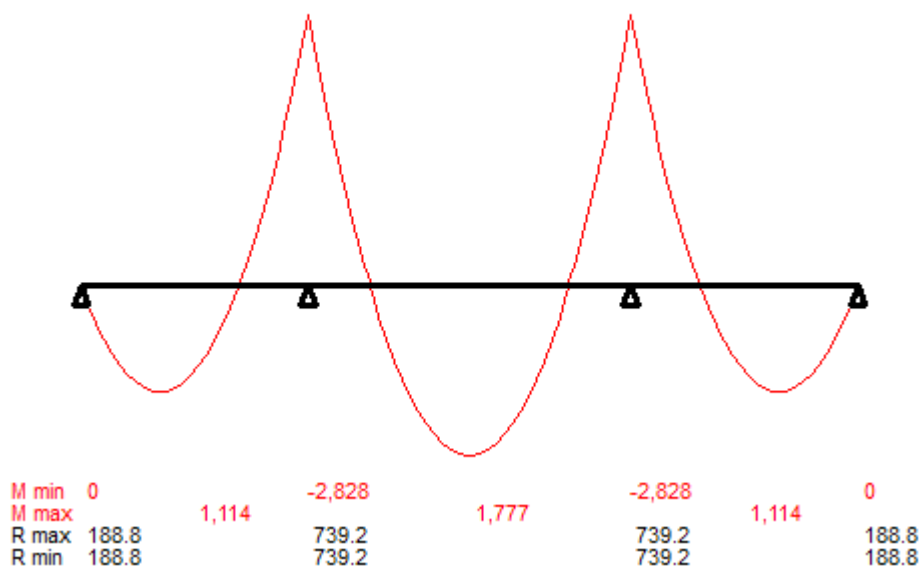
Dalle verifiche effettuate e sopra descritte appare evidente l'accettabilità dei risultati ottenuti, in quanto i valori qui determinati risultano sovrapponibili a quelli emersi dal calcolo effettuato con l'ausilio del software.

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 16.88 kNm:

File : -
Scala momenti 1:100 - Sollecitazioni SLE - Rara



La distribuzione dei momenti flettenti è congruente con differenze poco significative.