

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA

OPERE PRINCIPALI – VIADOTTI E CAVALCAVIA

VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IV01 00 D 09 CL VI0709 001 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi	Febbraio 2022	F. Bonifacio	Febbraio 2022		Febbraio 2022	A. Vittozzi Febbraio 2022

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili - Sezione delle varianti
Data: 17/02/2022
Autore: A. Vittozzi
Ordine degli Ingegneri di Genova
n. 14/2022

File: IV0100D09CLVI0709001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	7
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
5.1	CALCESTRUZZO	9
5.2	ACCIAIO.....	11
5.3	PIOLI.....	11
6	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO.....	12
6.1	CODICI DI CALCOLO	12
6.2	VALUTAZIONE DELL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018).....	12
6.3	METODOLOGIA DI ANALISI E FASI	13
6.4	MODELLO DI CALCOLO	14
7	ANALISI DEI CARICHI	15
7.1	PESI PROPRI STRUTTURALI (G1)	15
7.2	SOVRACCARICHI PERMANENTI PORTATI (G2).....	15
7.3	AZIONI TERMICHE (DT)	18
7.4	AZIONI DOVUTE A RITIRO DIFFERENZIALE SOLETTA-TRAVE (ϵ_2)	18
7.5	CARICHI VERTICALI MOBILI (TRENI DI CARICO) (QVK)	22
7.6	CARICHI ORIZZONTALI	25
7.7	EFFETTI DI INTERAZIONE STATICA TRENO-BINARIO-STRUTTURA.....	25
8	SISMA.....	26
9	COMBINAZIONI	28
10	VERIFICHE DELL'IMPALCATO ACCIAIO-CLS.....	30
10.1	COMBINAZIONI SLU	33

Relazione di calcolo impalcato acc/cis L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	3 di 81

10.2	SOLLECITAZIONI SLU.....	34
10.3	VERIFICHE IN CONDIZIONI SLU.....	37
10.4	VERIFICA DEI PIOLI.....	53
11	VERIFICHE ALLO SL DI FATICA.....	56
11.1	SEZIONE DI GIUNTO DELLA TRAVE PRINCIPALE.....	60
11.2	SEZIONE DI ATTACCO PIATTABANDA INFERIORE E ANIMA AGLI IRRIGIDENTI TRASVERSALI.....	62
12	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ.....	64
12.1	INFLESSIONE NEL PIANO VERTICALE.....	64
12.2	DEFORMAZIONI TORSIONALI (VERIFICA DELLO SGHEMBO).....	67
12.3	STATO LIMITE DI COMFORT DEL PASSEGGERO.....	68
13	VERIFICA DIAFRAMMI INTERMEDI.....	69
13.1	VERIFICA SLU-SLV.....	69
13.1.1	2L 120x10 (elementi diagonali e superiori).....	70
13.1.2	2L 1500x15 (elementi inferiori).....	71
14	ANALISI EFFETTI LOCALI.....	73
14.1	CARICHI PERMANENTI.....	74
14.2	RIPARTIZIONE DEI CARICHI PROVENIENTE DAI CONVOGLI.....	75
14.3	VENTO SULLE BARRIERE.....	77
14.4	SOLLECITAZIONI AGENTI E VERIFICHE.....	77
15	AZIONI SUGLI APPOGGI ED ESCURSIONI.....	80
16	CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE CARPENTERIE METALLICHE E DELLE ARMATURE.....	81

1 PREMESSA

L'opera in oggetto, denominata VI07 Viadotto su Torrente Maremola/Giustenice è un viadotto ferroviario con impalcato a sezione mista acciaio-calcestruzzo con cassoni metallici e soletta in calcestruzzo gettato in opera su predalles tralicciate collaboranti con spessore massimo nel punto di colmo pari a 45 cm.

La presente relazione è riferita all'impalcato di lunghezza totale 60 m, misurata in corrispondenza dell'asse giunto. La sezione corrente ha le seguenti caratteristiche:

- B= 16.68 m
- 2 cassoni metallici di altezza 3250 mm disposti ad interasse 8 m;

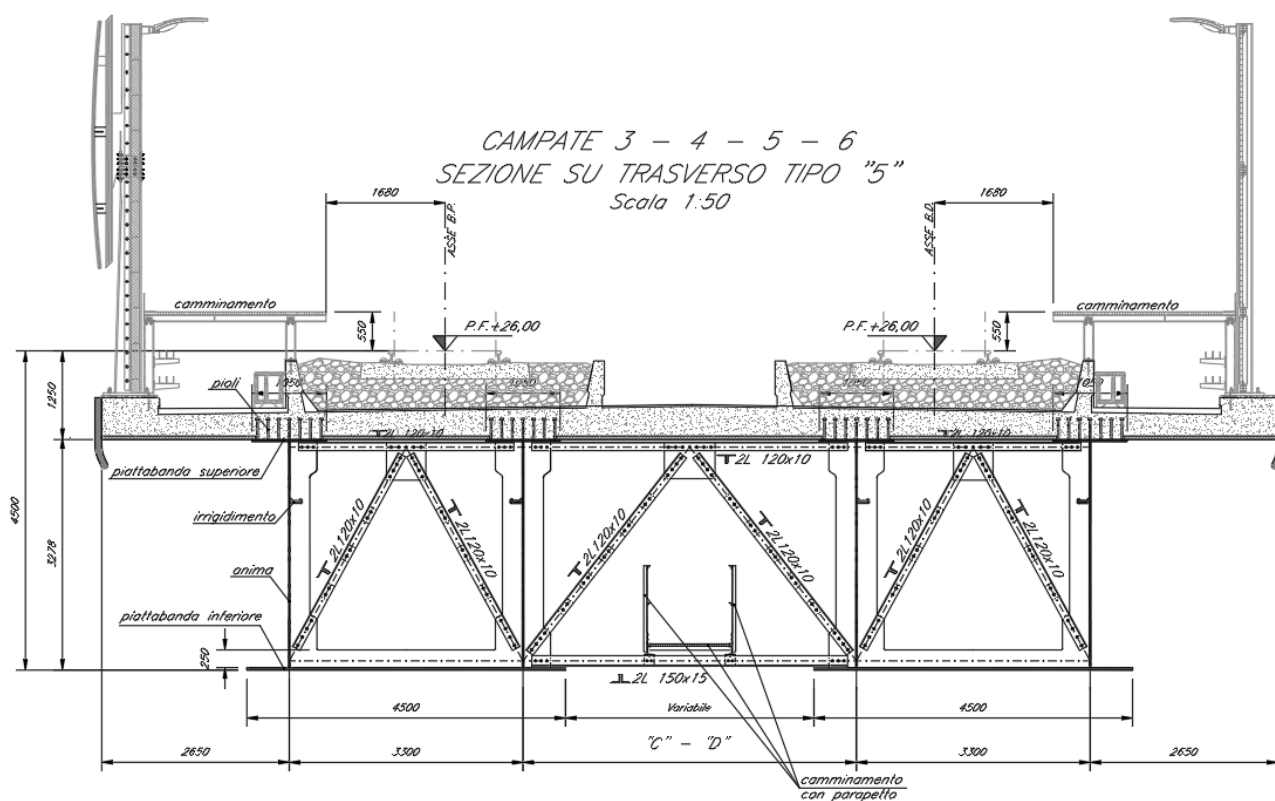


Figura 1 - sezione trasversale dell'impalcato

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	5 di 81

Lo sviluppo longitudinale dell'impalcato è il seguente:

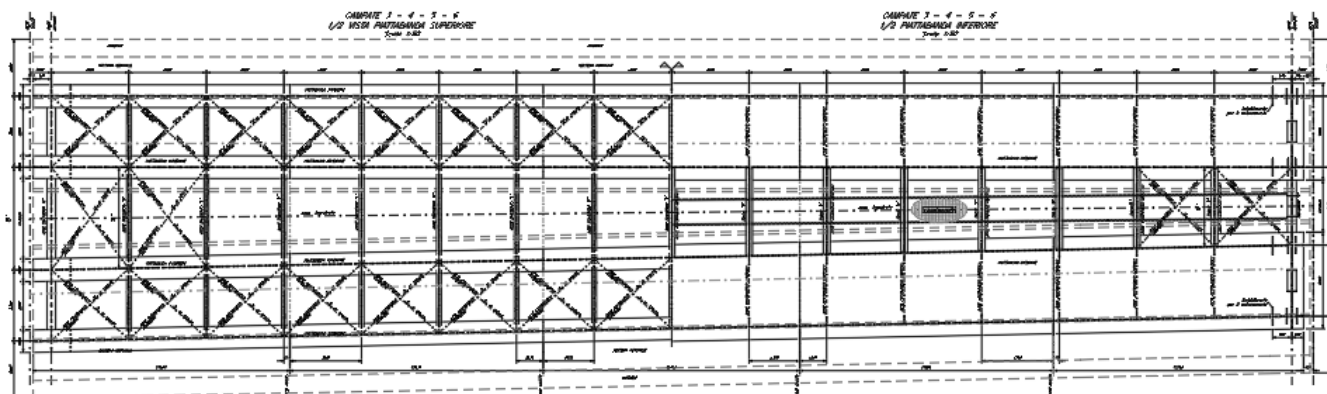


Figura 2 - pianta dell'impalcato

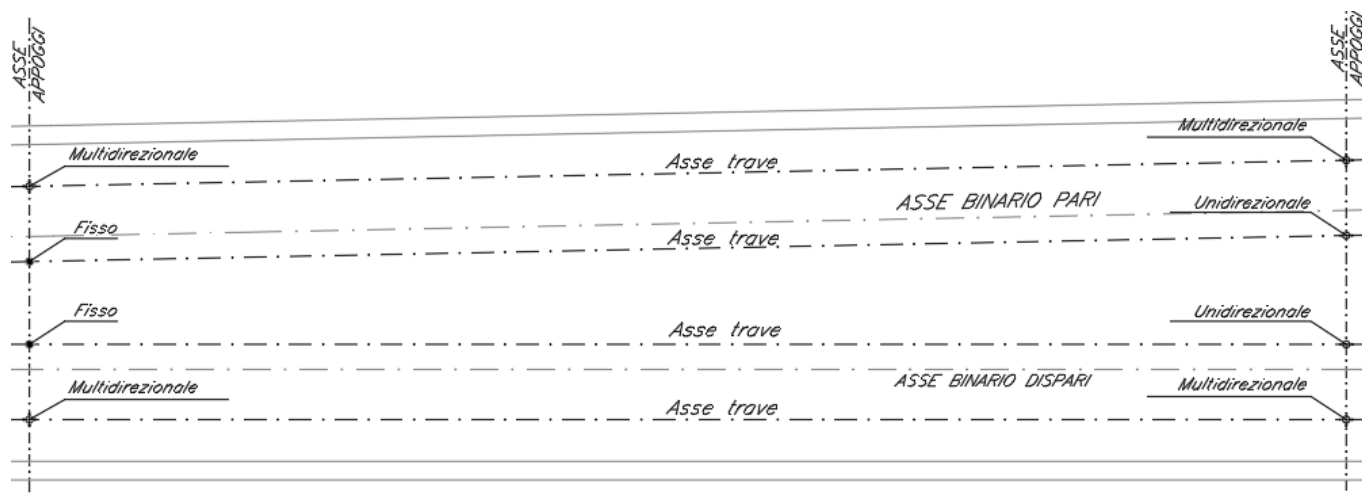


Figura 3 - schema appoggi

Le caratteristiche geometriche dei concetti delle travi (e la loro sequenza) sono riportate nella tabella seguente:

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	6 di 81

	Htrave	Piatt inf	Piatt sup	sp piatt inf	sp piatt sup	anima	Lunghezza concio
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
concio 1	3250	4500	1050	40	40	30	12000
concio 2	3250	4500	1050	50	50	24	11850
concio 3	3250	4500	1050	60	40	22	12000
concio 2	3250	4500	1050	50	50	24	11850
concio 1	3250	4500	1050	40	40	30	12000

Per migliorare la ripartizione trasversale dei carichi, i cassoni sono collegati da diaframmi ogni 3.625 m circa e da una controventatura di piano posta alla quota della piattabanda inferiore. La controventatura di piano posta in corrispondenza della piattabanda superiore ha lo scopo di assicurare la stabilità delle travi durante le fasi di varo e di getto della soletta. A maturazione avvenuta la soletta completa con la controventatura inferiore la rigidità torsionale dell'impalcato. I controventi di piano inferiori sono realizzati mediante due profili a L150x15, mentre quelli superiori sono realizzati mediante un profilo a L100x10. Le aste che realizzano i diaframmi sono realizzate mediante due profili a L120x10.



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	7 di 81

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è la verifica delle strutture d'impalcato riferite alla sezione corrente [B=16.68 a 2 cassoni](#).

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Documenti Referenziati

Nella presente relazione, si è fatto riferimento all'elaborato grafico: [IV0100D09BBVI0709003B](#)

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A	FOGLIO 8 di 81

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

1. Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
2. Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
3. Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture
4. Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale
5. Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;”

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1 Calcestruzzo

Caratteristiche CLS secondo NTC 2018/UNI EN 206/UNI 11104

Elemento		soletta sezioni miste
Corrosione indotta da		
Carbonatazione	XC	XC3
Cloruri (altre fonti)	XD	-
Cloruri acqua di mare	XS	XS1
Gelo/disgelo	XF	-
Chimico	XA	-
Condizioni ambientali	-	aggressive
Classe di resistenza minima	-	C35/45
Contenuto minimo di cemento	kg/mc	340
Rapporto massimo acqua/cemento	-	0.50
Classe di consistenza (Slump)	-	S4
Tipo di cemento	-	CEM I÷V
Diametro massimo dell'inerte	mm	20
Calcolo copriferro secondo NTC 2018		
Copriferro minimo	mm	35
Incremento per tolleranze di posa	mm	10
Incremento per VN=100 anni	mm	0
Decremento per controllo qualità	mm	0
Incremento per $C \leq C_{min}$	mm	0

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	10 di 81

Copriferro nominale (minimo da NTC)	mm	45
Copriferro nominale (MdP)		35+10
Copriferro nominale adottato	mm	45

Opera Ferroviaria

Limiti Tensionali

Resistenza cilindrica caratteristica (f_{ck})	MPa	25	32	35	35
SLE rara ($s_c \leq 0.55 * f_{ck}$)	MPa	13.75	17.60	19.25	19.25
SLE frequente (-)	MPa	-	-	-	-
SLE q.perm. ($s_c \leq 0.40 * f_{ck}$)	MPa	10.00	12.80	14.00	14.00

Limiti Fessurativi

tipo armatura		poco sensibile	poco sensibile	poco sensibile	poco sensibile
SLE rara gr4	w1=0.2mm	w1=0.2mm	w1=0.2mm	w1=0.2mm	
SLE frequente		-	-	-	-
SLE q.perm.		-	-	-	-

5.2 Acciaio

Per i cassoni e tutti gli elementi strutturali in acciaio dell'impalcato si utilizza

Acciaio S355J2

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

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550

Figura 4 – valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk}

Per l'armatura della soletta e degli elementi in calcestruzzo armato si prevede

ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

5.3 Pioli

Acciaio tipo S235J2+C450 secondo EN ISO 13918 avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione di snervamento $f_{yk} \geq 350$ Mpa
- tensione di rottura a trazione $f_u \geq 450$ Mpa

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A	FOGLIO 12 di 81

6 Descrizione del modello di calcolo adottato

6.1 CODICI DI CALCOLO

Tutti i codici di calcolo automatico per l'analisi e la verifica delle strutture sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

In particolare è stato utilizzato il software **SAP2000**, codice di calcolo strutturale agli elementi finiti commercializzato dalla CSI Italia Srl e realizzato dall'università di Berkeley negli USA.

Consente il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi-dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici.

6.2 Valutazione dell'accettabilità dei risultati ottenuti (rif.par.10.2 DM 17/01/2018)

Le analisi della struttura sono state condotte con un programma agli elementi finiti (sap 2000).

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.

Lo schema statico è di trave appoggiata e la tipologia di impalcato rientra negli standard tipologici adottata da RFI. Il calcolo a graticcio condotto è stato verificato con metodi semplificati di ripartizione trasversale dei carichi (metodo dei trasversi rigidi) applicabile in funzione dei rapporti geometrici dell'impalcato e del numero dei traversi presenti. Il confronto tra i risultati è stato criticamente eseguito al fine di validare i valori ottenuti.

6.3 METODOLOGIA DI ANALISI E FASI

La struttura è rappresentata da un modello tridimensionale, in cui si sono considerati tutti gli elementi strutturali opportunamente modellati. Il comportamento della soletta di calcestruzzo, per la diffusione dei carichi applicati, è stato considerato con degli elementi shell e le travi sono state schematizzate tramite elementi frame. Le connessioni, invece, tra i nodi delle travi con quelli della soletta vengono rappresentate mediante link rigidi per permettere il trasferimento degli sforzi tra i due elementi resistenti. I controventi e le aste dei trasversi sono stati considerati incernierati alle estremità.



Figura 5

Nell'analisi strutturale si tiene conto di tre fasi:

FASE 1: GETTO

Varo delle travi e getto della soletta collaborante. La sezione reagente è costituita dalla sola struttura metallica mentre i carichi agenti sono il peso proprio della struttura, quello della soletta in calcestruzzo non indurita.

FASE 2: BREVE TERMINE

Azioni di breve durata quali carichi da traffico, temperatura, vento e azione sismica. La sezione reagente è la trave acciaio-calcestruzzo.

FASE 3: LUNGO TERMINE

Azione dei carichi permanenti portati. La struttura reagente è costituita da trave composta acciaio-calcestruzzo. I carichi agenti in questa fase sono i carichi permanenti portati ossia: pavimentazione, marciapiede, barriera antirumore, banchina, ballast ed il ritiro

6.4 Modello di calcolo

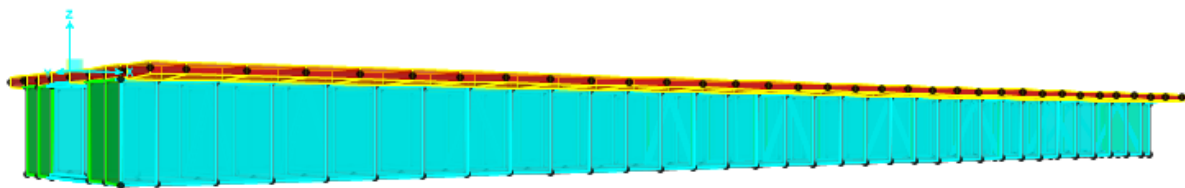


Figura 6 - Modello FEM vista estrusa

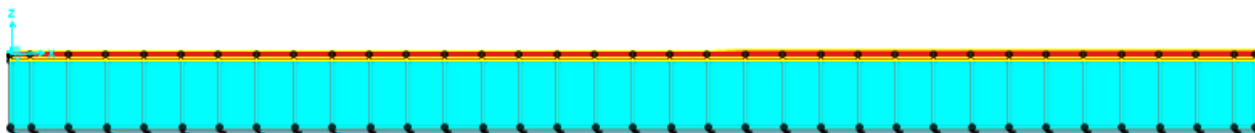


Figura 7 - Vista laterale

7 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi caratteristici agenti globalmente sulla struttura.

7.1 Pesì propri strutturali (G1)

I pesi propri strutturali sono stati valutati automaticamente dal software di calcolo, considerando un peso specifico del calcestruzzo pari a 25 kN/m^3 e un peso specifico dell'acciaio pari 78.5 kN/m^3 .

7.2 Sovraccarichi permanenti portati (G2)

Si elencano di seguito i carichi permanenti portati:

	<i>impalcato 2cassoni- L=60m</i>					
	<i>spessore</i>	<i>larghezza</i>	<i>area</i>	γ	<i>peso</i>	<i>peso</i>
	m	m	m^2	kN/m^3	kN/m	kN/m^2
Cordolo sinistro	0.14	0.82	0.1	25		3.5
Cordolo destro	0.14	0.82	0.1	25		3.5
ballast + impermeabilizzazione sottoballast (n2)	0.8	3.8	3.04	18		14.4
canaletta destra e sinistra			0.08	25	2.1	
muretti baraballast (n°4)			0.16	25	4.0	
impermeabilizzazione marciapiedi	0.052	1.83	0.10	24		1.2
barriere antirumore					15	
camminamento			0.70	78	54.6	
velette (n°2)			0.10	25	2.5	

Si riporta l'assegnazione dei carichi al modello.

- Peso proprio dei muretto paraballast , velette , canalette e camminamento applicati come carichi lineari:

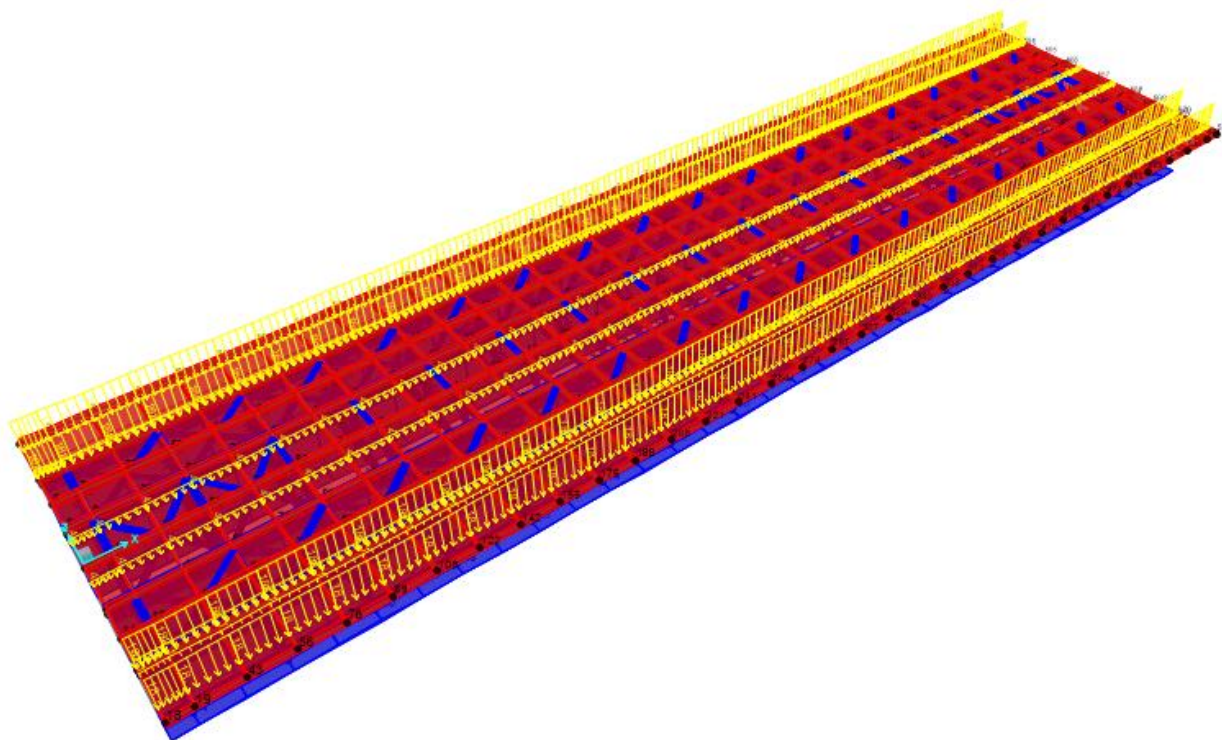


Figura 8

- Peso proprio delle barriere antirumore applicato come carichi distribuiti lineari:

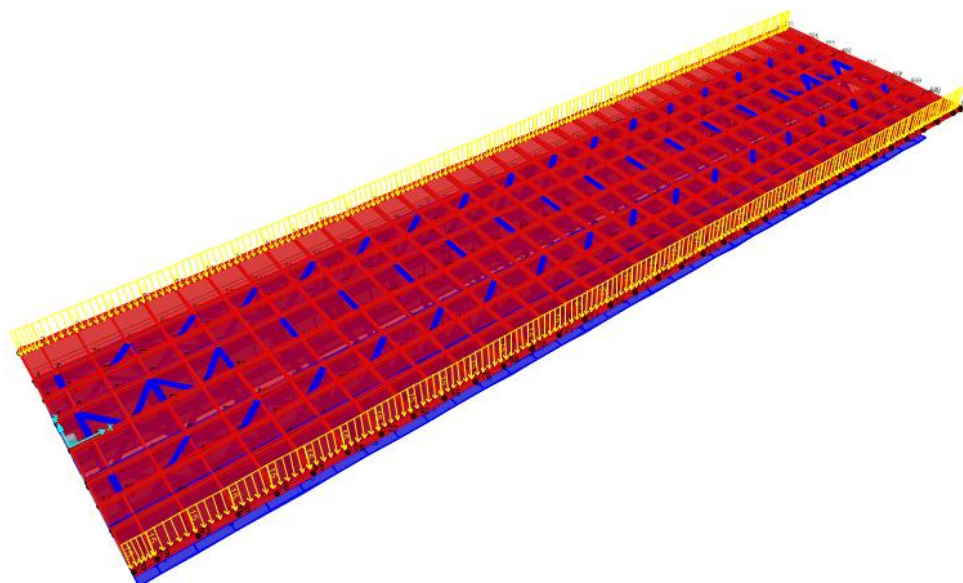


Figura 9

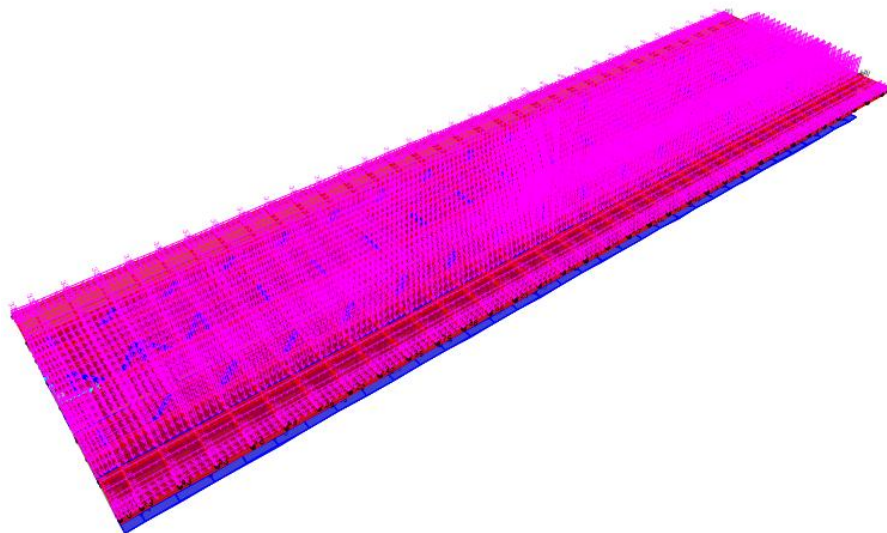


Figura 10 – area loads

7.3 Azioni termiche (DT)

Essendo l'impalcato di tipo isostatico, come azione termica si considera un gradiente differenziale fra soletta e trave di $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

7.4 Azioni dovute a ritiro differenziale soletta-trave (ϵ_2)

Il ritiro è stato assegnato alla soletta superiore come deformazione, ϵ_{cs} , ed è stata calcolata secondo la procedura presente nel NTC2018.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{ed} + \epsilon_{ca}$$

dove:

ϵ_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ϵ_{ed} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Per il calcolo si è assegnato il materiale della soletta con le seguenti caratteristiche:

Cls a t=0

R_{ck}	=	45	N/mm^2	<i>Resistenza a compressione cubica caratteristica</i>
f_{ck}	=	37.35	N/mm^2	<i>Resistenza a compressione cilindrica caratteristica</i>
f_{cm}	=	45.35	N/mm^2	<i>Resistenza a compressione cilindrica media</i>
α	=	1.0E-05		
E_{cm}	=	34625	N/mm^2	<i>Modulo elastico secante medio</i>

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	19 di 81

Tempo e ambiente

t_s	=	2	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento</i>
t_0	=	28	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni al momento del carico</i>
t	=	255500000	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni</i>
$h_0=2A_c/u$	=	677.0	mm	<i>dimensione fittizia dell'elemento di cls</i>
A_c	=	3900000	mm ²	<i>sezione dell'elemento</i>
u	=	11520	mm	<i>perimetro a contatto con l'atmosfera</i>
RH	=	70	%	<i>umidità relativa percentuale</i>

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico EC_t a tempo "t"

$$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) = 1.982$$

$$\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) = 82.93 \text{ coeff nominale di viscosità}$$

$$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.271 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità}$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.834 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.950 \text{ coeff per la resistenza del cls}$$

$$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.495 \text{ coeff che tiene conto della resistenza del cls}$$

$$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} = 0.475 \text{ coeff. per l'evoluzione della viscosità nel tempo}$$

$$t_o = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 = 32.46 \text{ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\alpha = 1 \text{ coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R)}$$

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	20 di 81

$$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3} = 1.000 \text{ coeff per la variabilità della viscosità nel tempo}$$

$$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 = 1382.5 \text{ coeff che tiene conto dell'umidità relativa}$$

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.879 \text{ coeff per la resistenza del calcestruzzo}$$

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11611497 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000246 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000178 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.999997$$

$$K_b = 0.7 \text{ parametro che dipende da } h_0 \text{ secondo il prospetto seguente}$$

Valori di K_b intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000254$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 1.018350$$

deformazione di base

$$f_{cm0} = 10 \text{ Mpa} \text{ pari sempre a } 10 \text{ Mpa}$$

$$RH0 = 100 \% \text{ pari sempre a } 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 3 \text{ coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)}$$

$$\alpha_{ds2} = 0.13 \text{ coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)}$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} = 0.000068 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000068$$

Tab. 11.2.Va – Valori di ε_{c0}

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Tab. 11.2.Vb – Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1,00
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Figura 11 –valori tabellati di k_h e ε_{c0} secondo NTC2018

7.5 Carichi verticali mobili (treni di carico) (Q_{vk})

Le azioni da traffico sono state applicate alla struttura utilizzando carichi tipo “Moving Load” imponendo che i modelli di carico possano muoversi lungo il viadotto.

Sono stati considerati i modelli di carico di normativa LM71 e SW2 (il modello SW0 è solo per le travi continue qualora più sfavorevole dell’LM71), descritti nelle seguenti figure:

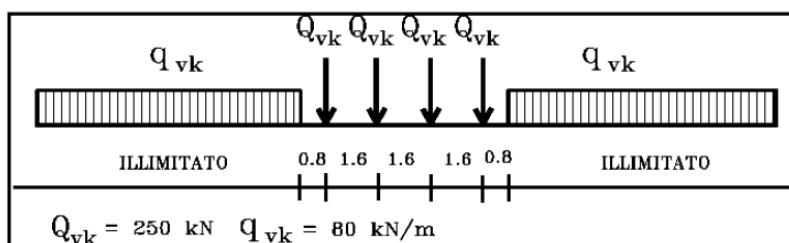


Figura 12 - modello di carico LM71

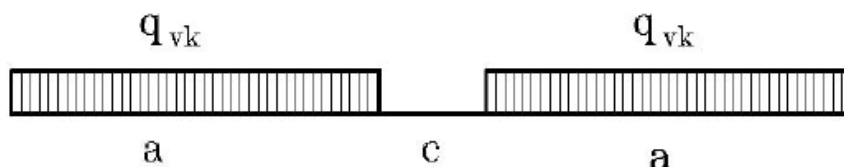


Figura 13 – modello di carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

B Vehicle Data [X]

Vehicle Name: LM71 | Design Type: Vehicle Live | Units: KN, m, C

Source: User Defined | Convert to User Defined | Notes...

Length Effects
 Axle: None | Modify/Show...
 Uniform: None | Modify/Show...


Vehicle Location in Lane
 Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only
 Straddle Reduction Factor: []
 Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

Usage
 Lane Negative Moments at Supports
 Interior Vertical Support Forces
 All other Responses

Min Dist Allowed From Axle Load
 Lane Exterior Edge: 0.
 Lane Interior Edge: 0.

Center of Gravity
 Height - Axle Loads: 0.
 Height - Uniform Loads: 0.

Load Plan
 Load Elevation
 Modify/Show Loads
 Vertical Loading... | Horizontal Loading...

B Vehicle Data [X]

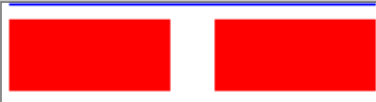

Vehicle Name: SW2 | Design Type: Vehicle Live | Units: KN, m, C

Source: User Defined | Convert to User Defined | Notes...

Length Effects
 Axle: None | Modify/Show...
 Uniform: None | Modify/Show...

Vehicle Location in Lane
 Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only
 Straddle Reduction Factor: 1.
 Vehicle Remains Fully In Lane (In Lane Longitudinal Direction)

Load Plan
 Load Elevation
 Modify/Show Loads
 Vertical Loading... | Horizontal Loading...

I valori caratteristici sono stati amplificati tramite il coefficiente di adattamento α , che per i ponti di categoria "A" come in questo caso, valgono:

$\alpha(\text{LM71})$	1.1
$\alpha(\text{SW2})$	1

Relazione di calcolo impalcato acc/cis L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	24 di 81

I modelli di carico sono stati amplificati secondo i coefficienti di incremento dinamico:

L_ϕ	60	m
ϕ_2	1.01	alto standard manutentivo
ϕ_3	1.02	ridotto standard manutentivo

In cui è stato assunto:

$$L_\phi = L_c = 60 \text{ m}$$

Si riporta l'estratto dalle NTC2018 della procedura di calcolo dei coefficienti dinamici.

Per travi continue, salvo più precise determinazioni, L è da assumersi pari alla L_ϕ definita come di seguito.

I coefficienti di incremento dinamico Φ che aumentano l'intensità dei modelli di carico definiti in 5.2.2.2.1 si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 , in dipendenza del livello di manutenzione della linea. In particolare, si assumerà:

(a) per linee con elevato standard manutentivo:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67 \quad [5.2.6]$$

(b) per linee con ridotto standard manutentivo:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00 \quad [5.2.7]$$

I Moving Load applicati al modello di calcolo sono pertanto:

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71 "+ SW/0)	-	1,0 SW/2

⁽¹⁾ LM71 "+ SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

(LM71) * α * ϕ per il traffico normale

(SW2) * α * ϕ per il traffico pesante

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A	FOGLIO 25 di 81

7.6 Carichi orizzontali

Le azioni orizzontali considerate sono:

- Azioni del vento (Q5);
- Frenatura / Avviamento (Qlk);
- Centrifuga (Qtk);
- Serpeggio (Qsk);
- Resistenze parassite nei vincoli (Qtk);
- Azioni sismiche (SIS)

Tali azioni non producono nello specifico sollecitazioni dimensionanti per le verifiche dell'impalcato in oggetto; esse saranno pertanto applicate per il solo calcolo degli apparecchi di appoggio di cui al paragrafo "Azioni sugli appoggi ed escursioni" della presente e delle sottostrutture per le quali si rimanda alle specifiche relazioni di calcolo .

7.7 Effetti di interazione statica Treno-Binario-Struttura

Con riferimento alla valutazione degli effetti di Interazione Statica Treno-Binario-Struttura si rimanda ai documenti di calcolo delle sottostrutture.

8 SISMA

Lo spettro di risposta per l'impalcato in esame, dimensionante per le verifiche dei diaframmi e delle controventature inferiori, è stato definito mediante il figlio di calcolo "spettri".

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	27 di 81

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

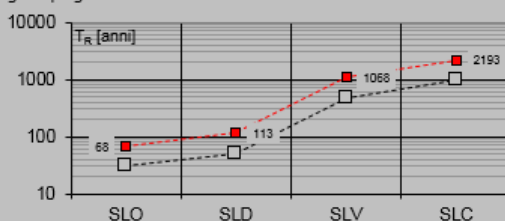
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_S = 1.200$ info

$h/H = 0.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 Regol. in altezza info

Compon. verticale

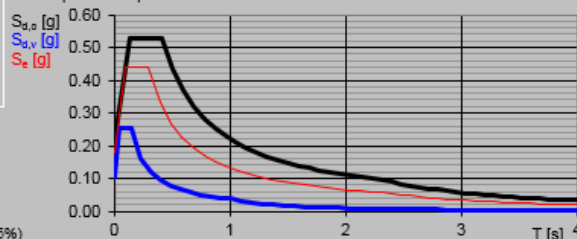
Spettro di progetto

Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

9 COMBINAZIONI

Si riportano le tabelle delle varie combinazioni di carico indicate dalla normativa in merito ai sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella seguente tabella:

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 1 - Valutazione dei carichi da traffico (da “Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei font ferroviari”)

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	29 di 81

Nel seguito si riportano le combinazioni delle azioni da utilizzare.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
	Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A

10 VERIFICHE DELL'IMPALCATO ACCIAIO-CLS

La resistenza di calcolo della sezione di acciaio nei confronti delle tensioni normali è funzione della classificazione della sezione trasversale.

Nel caso di sezioni di classe 4 tale resistenza è valutata in campo elastico, tenendo conto degli effetti dell'instabilità locale.

La verifica è soddisfatta se risulta:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}^s}{f_{yk} \cdot A_{eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{Ed}^s + N_{Ed}^s \cdot e_N}{f_{yk} \cdot W_{eff} / \gamma_{M0}} \leq 1,0$$

con

- N_{Ed}^s e M_{Ed}^s sollecitazioni assiali e flessionali di progetto sulla sola parte metallica;
- A_{eff} e W_{eff} proprietà efficaci della sezione trasversale;
- e_N spostamento della posizione del baricentro;
- γ_{M0} coefficiente parziale di sicurezza.

Nel caso di sezioni di classe 1,2 e 3 si fa riferimento, con espressioni analoghe, ai moduli plastici (classi 1 e 2) ed elastici (classe 3).

La sollecitazione tagliante è supposta agente solo sull'anima della trave metallica.

La resistenza di progetto a taglio è definita come (EN 1993-1-1, eq. (6.18)):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} = A_v (f_{yk} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

Qualora la resistenza sia determinata dall'instabilità dell'anima, ovvero nel caso in cui risulti (EN 1993-1-1, eq. (6.22)):

$$\frac{h_w}{t} > 72 \frac{\varepsilon}{\eta}$$

dove:

- $\eta = 1,20$ per gradi di acciaio inferiori a S460;

Relazione di calcolo impalcato acc/cis L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	31 di 81

- h_w e t sono rispettivamente l'altezza e lo spessore dell'anima;

Allora la resistenza a taglio è determinata come (EN 1993-1-5 (eq 5.2)):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} = \chi_w h_w t (f_{yk}/\sqrt{3}) / \gamma_{M1}$$

dove:

- χ_w determinato secondo EN 1993-1-5 Tabella 5.1;
- γ_{M1} è il fattore parziale di sicurezza.

Il contributo delle flange e della soletta composita viene sempre ignorato.

La verifica a taglio è posta in forma adimensionale come rapporto tra le azioni sollecitanti e la capacità resistente:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0$$

dove V_{Ed} è la sollecitazione tagliante di progetto.

Per valori di $\bar{\eta}_3$ inferiori a 0,5 non è necessario controllare l'interazione tra le sollecitazioni normali e tangenziali; per valori superiori si adotta la seguente espressione del dominio di resistenza (EN 1993-1-2006,7.1 (1)):

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \cdot (2 \cdot \bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0$$

in cui

- $M_{f,Rd}$ è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;
- $M_{pl,Rd}$ è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima.
- $\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}$



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	32 di 81

- $$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}}$$

10.1 COMBINAZIONI SLU

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLU sono le seguenti:

$$\text{➤ } F_d = 1,35 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,45 Q_k + 1,20 \cdot \varepsilon_2 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \varepsilon_3$$

essendo:

- G_1 pesi propri;
- G_2 carichi permanenti portati;
- Q_k azioni variabili da traffico;
- ε_2 ritiro del calcestruzzo;
- ε_3 (-10 °C) variazione termica differenziale **negativa**;

$$\text{➤ } F_d = 1,35 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,45 Q_k + 1,20 \cdot \varepsilon_2 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \varepsilon_3$$

- ε_3 (+10 °C) variazione termica differenziale **positiva**;

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

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

10.2 SOLLECITAZIONI SLU

Si riportano le i risultati in termini di sollecitazioni, della trave più caricata (trave sinistra).

FASE GETTO:

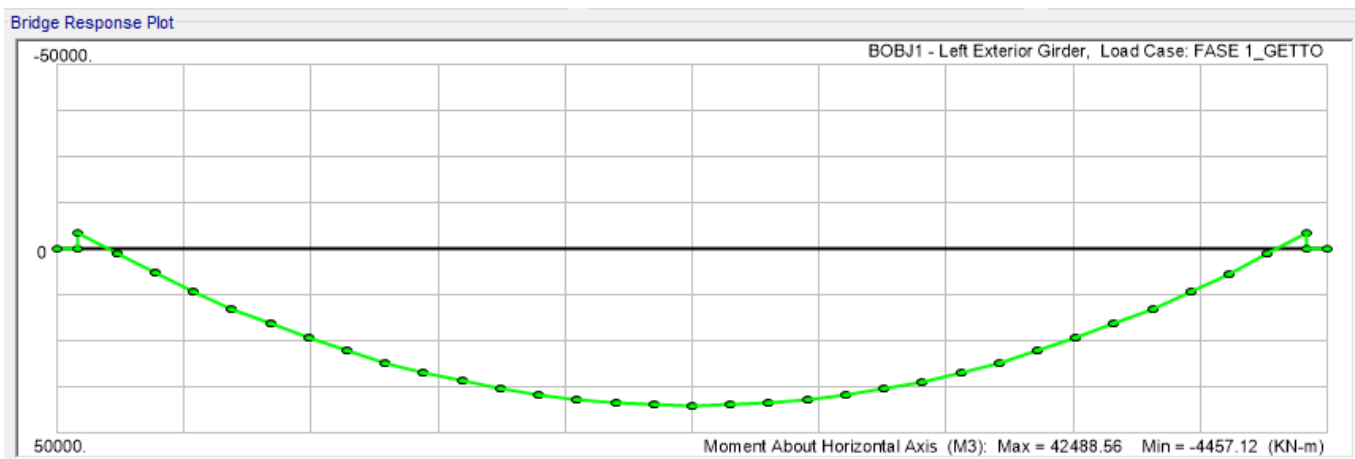


Figura 14 - Momento (kNm)

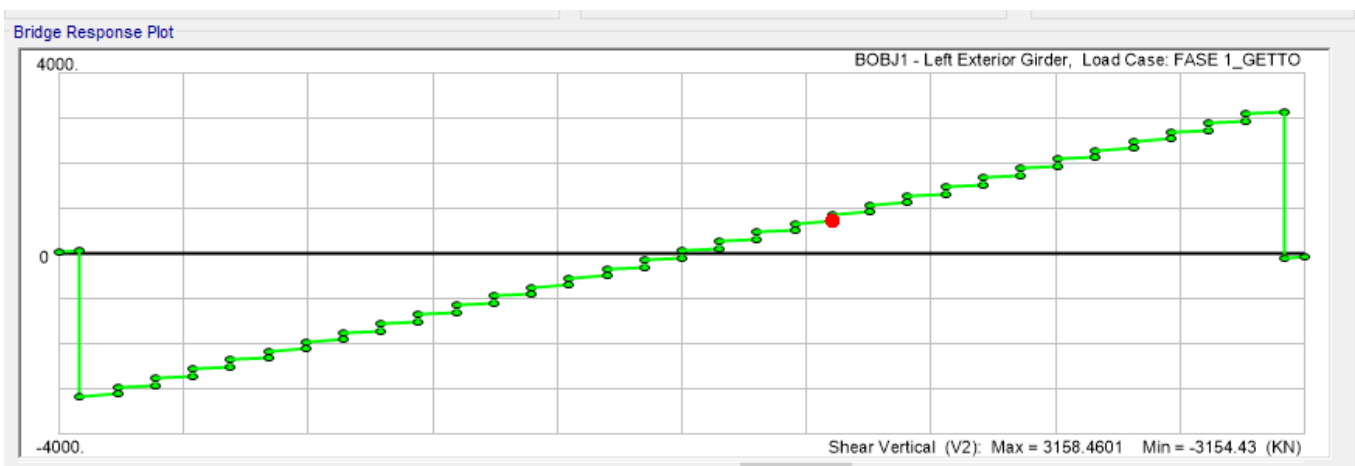


Figura 15 - taglio (kN)

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	35 di 81

FASE BREVE TERMINE:

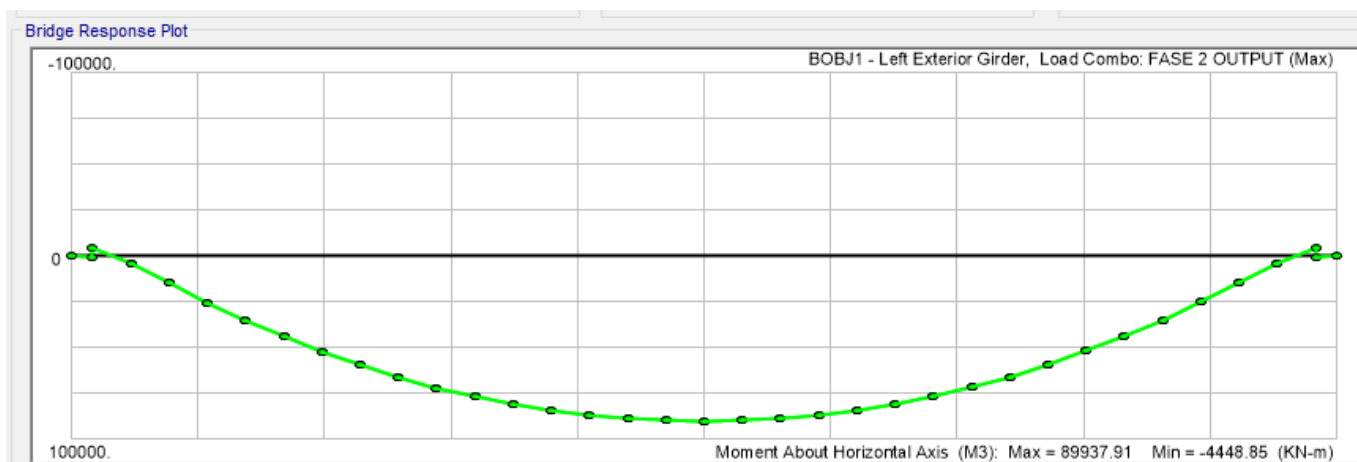


Figura 16 - Momento (kNm)

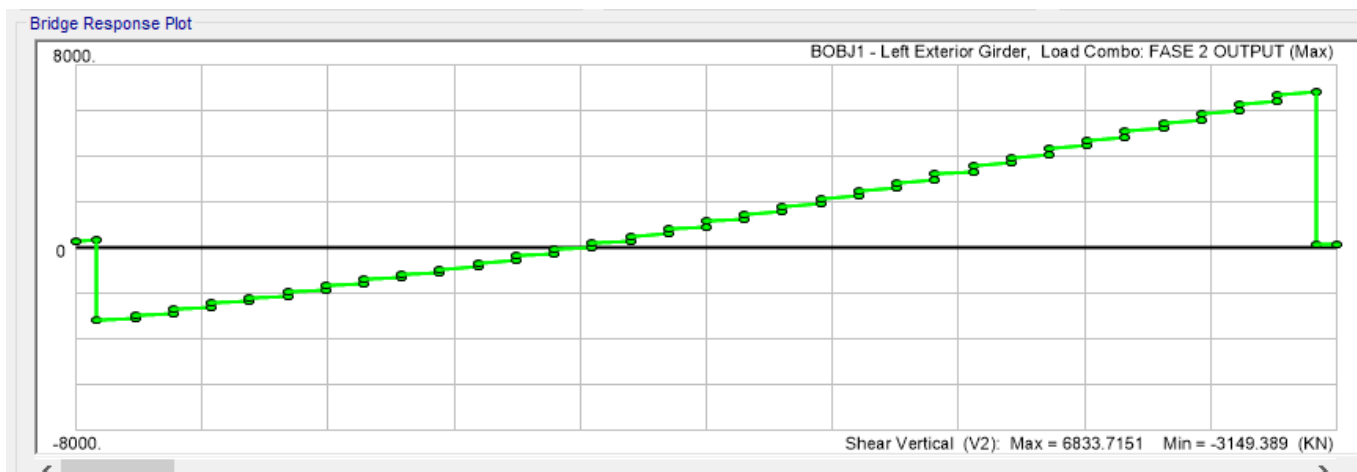


Figura 17 - taglio (kN)

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	36 di 81

FASE LUNGO TERMINE:

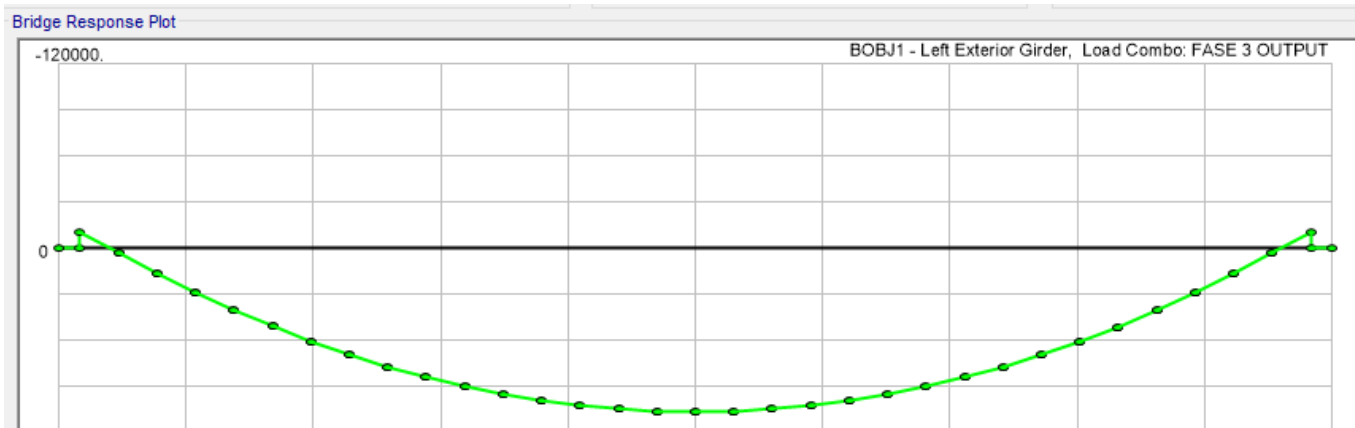


Figura 18 - Momento (kNm)

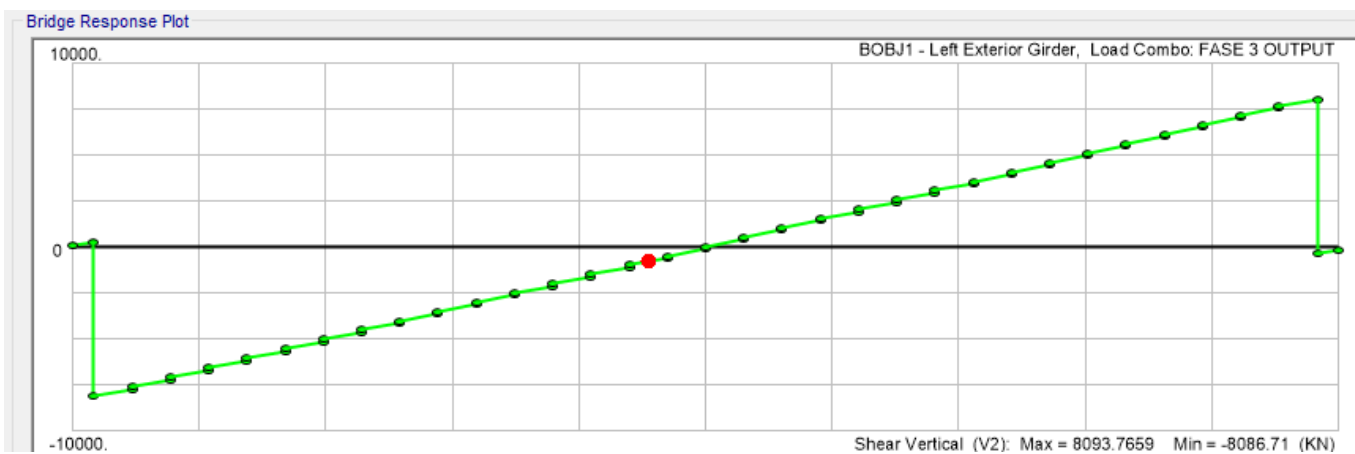


Figura 19 - taglio (kN)

10.3 Verifiche in condizioni SLU

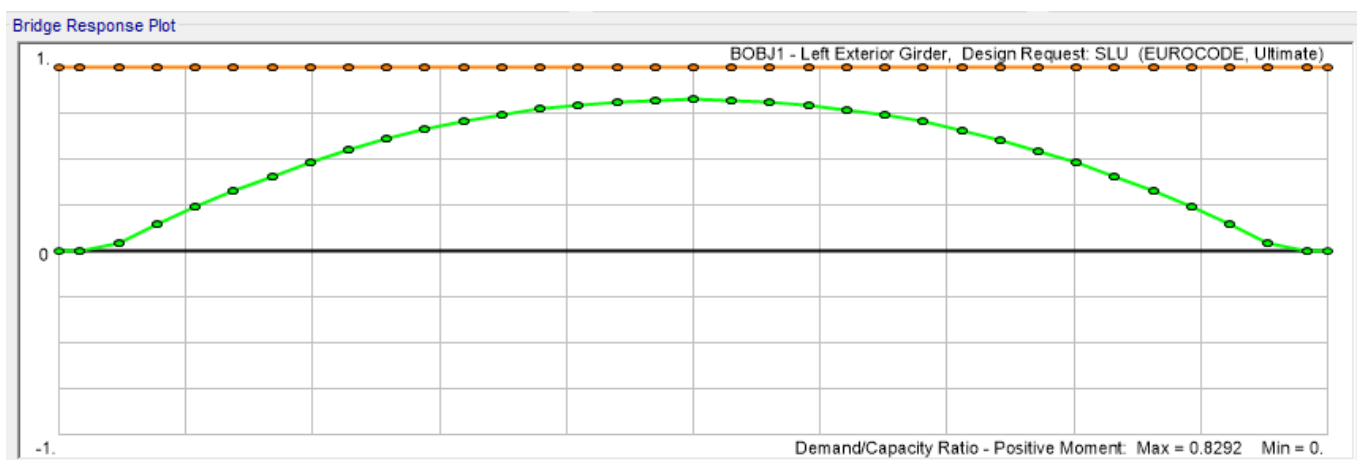


Figura 20 - Verifica momento

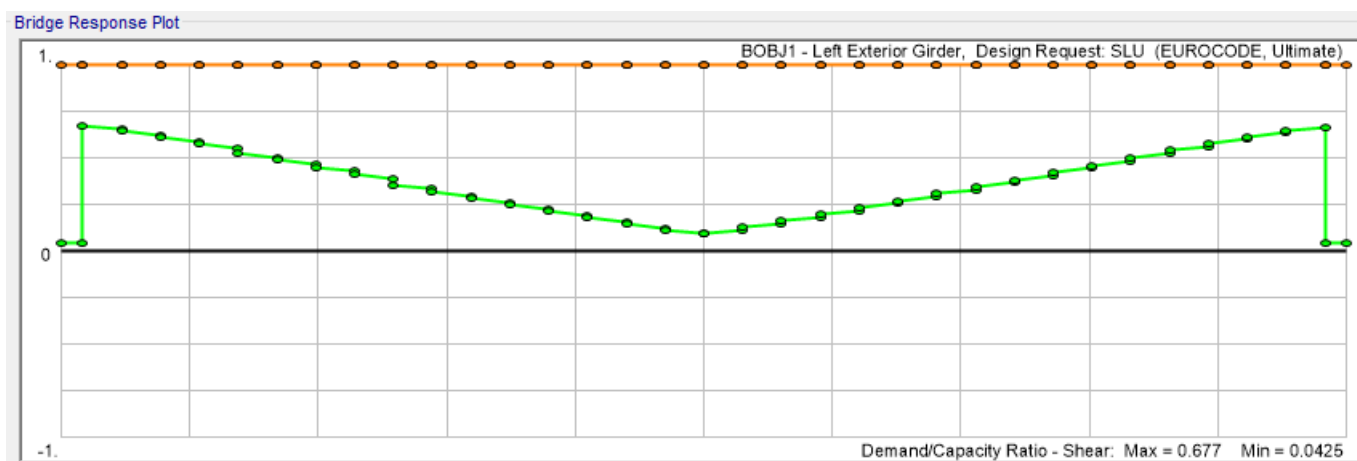


Figura 21 - Verifica taglio

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	38 di 81

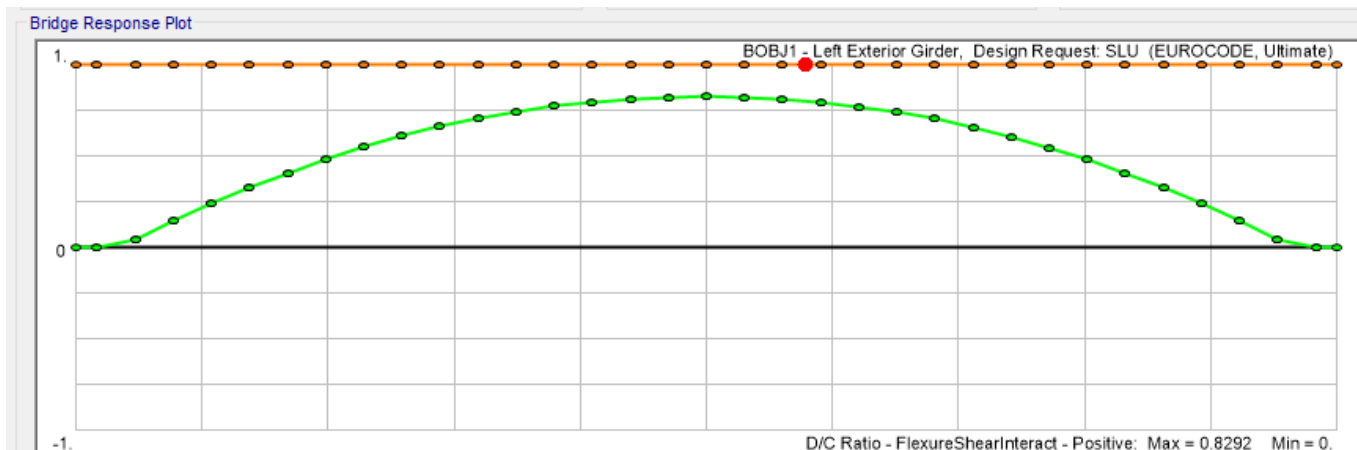


Figura 22 - Verifica interazione taglio/momento positivo

TABLE: Bridge Super Design EUROCODE 38 - SteelUCompUltimate-FlxPos

DesReqName	Station	Girder	GirderDist	Combo	StepType	CodeEqn	MuPos	MrPos	Pu	MuNonComp	MuTerm	MuSterm	DCRatio
Text	m	Text	m	Text	Text	Text	KN-m	KN-m	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Unitless
SLU	1	Left Exterior Girder	1	COMB SLU - VAR POS	Min	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	0	241238	15220	-13297	0	-2968	0
SLU	1	Right Exterior Girder	1	COMB SLU - VAR POS	Min	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	0	241238	14849	-12898	0	-3466	0
SLU	59	Left Exterior Girder	59	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	0	241238	26853	-13296	0	4040	0
SLU	59	Right Exterior Girder	59	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	0	241238	27205	-12899	0	4042	0
SLU	60	Left Exterior Girder	60	COMB sl - var neg	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	20	241238	34	-5	0	24	8.1E-05

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	39 di 81

SLU	0	Left Exterior Girder	0	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	20	241238	35	-4	0	24	8.4E-05
SLU	0	Right Exterior Girder	0	COMB slu - var neg	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	23	241238	30	4	0	19	9.4E-05
SLU	60	Right Exterior Girder	60	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	23	241238	28	5	0	18	9.6E-05
SLU	59	Left Exterior Girder	59	COMB slu - var neg	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	97	241238	34	-280	0	377	0.0004
SLU	1	Left Exterior Girder	1	COMB slu - var neg	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	132	241238	35	-275	0	407	0.00055
SLU	59	Right Exterior Girder	59	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	192	241238	28	-91	0	283	0.0008
SLU	1	Right Exterior Girder	1	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	209	241238	30	-96	0	304	0.00087
SLU	57.2	Left Exterior Girder	57.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	11884	241238	26929	3774	0	8111	0.04926
SLU	57.2	Left Exterior Girder	57.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	11896	241238	26898	3809	0	8086	0.04931
SLU	2.81	Right Exterior Girder	2.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	11954	241238	27150	3482	0	8472	0.04955

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	40 di 81

SLU	2.81	Right Exterior Girder	2.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	11971	24123 8	2720 2	3512	0	8459	0.04962
SLU	2.81	Left Exterior Girder	2.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	11998	24123 8	2703 7	3797	0	8201	0.04974
SLU	2.81	Left Exterior Girder	2.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	12009	24123 8	2704 3	3768	0	8241	0.04978
SLU	57.2	Right Exterior Girder	57.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	12016	24123 8	2724 3	3490	0	8526	0.04981
SLU	57.2	Right Exterior Girder	57.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	12027	24123 8	2728 9	3525	0	8502	0.04986
SLU	55.4	Left Exterior Girder	55.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	35422	24123 8	2697 6	19758	0	15665	0.14684
SLU	55.4	Left Exterior Girder	55.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	35424	24123 8	2696 8	19777	0	15647	0.14684
SLU	4.63	Right Exterior Girder	4.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	35641	24123 8	2728 9	18860	0	16781	0.14774
SLU	4.63	Right Exterior Girder	4.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	35655	24123 8	2725 1	18845	0	16809	0.1478
SLU	4.63	Left Exterior Girder	4.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	35684	24123 8	2706 0	19759	0	15925	0.14792

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	41 di 81

SLU	4.63	Left Exterior Girder	4.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	35697	24123 8	2704 7	19745	0	15952	0.14797
SLU	55.4	Right Exterior Girder	55.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	35815	24123 8	2736 5	18886	0	16929	0.14847
SLU	55.4	Right Exterior Girder	55.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	35828	24123 8	2732 9	18866	0	16962	0.14852
SLU	53.6	Left Exterior Girder	53.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58322	24123 8	2699 9	34633	0	23689	0.24176
SLU	53.6	Left Exterior Girder	53.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58330	24123 8	2699 6	34646	0	23684	0.24179
SLU	6.44	Right Exterior Girder	6.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58717	24123 8	2735 1	33164	0	25553	0.2434
SLU	6.44	Left Exterior Girder	6.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58718	24123 8	2704 8	34605	0	24113	0.2434
SLU	6.44	Left Exterior Girder	6.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58724	24123 8	2703 2	34596	0	24127	0.24343
SLU	6.44	Right Exterior Girder	6.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58735	24123 8	2732 5	33155	0	25580	0.24347
SLU	53.6	Right Exterior Girder	53.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	58985	24123 8	2742 6	33187	0	25798	0.24451

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	42 di 81

SLU	53.6	Right Exterior Girder	53.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	59005	24123 8	2739 8	33174	0	25832	0.24459
SLU	51.8	Left Exterior Girder	51.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	79508	24123 8	2702 2	48404	0	31104	0.32959
SLU	51.8	Left Exterior Girder	51.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	79514	24123 8	2701 8	48414	0	31101	0.32961
SLU	8.25	Right Exterior Girder	8.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	79995	24123 8	2739 6	46436	0	33559	0.3316
SLU	8.25	Left Exterior Girder	8.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	79997	24123 8	2703 6	48335	0	31661	0.33161
SLU	8.25	Left Exterior Girder	8.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	80002	24123 8	2702 7	48330	0	31672	0.33163
SLU	8.25	Right Exterior Girder	8.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	80005	24123 8	2737 9	46431	0	33574	0.33164
SLU	51.8	Right Exterior Girder	51.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	80372	24123 8	2747 3	46442	0	33929	0.33316
SLU	51.8	Right Exterior Girder	51.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	80386	24123 8	2745 3	46433	0	33953	0.33322
SLU	49.9	Left Exterior Girder	49.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	98988	24123 8	2704 7	61054	0	37934	0.41033

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	43 di 81

SLU	49.9	Left Exterior Girder	49.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	98992	24123 8	2704 0	61061	0	37931	0.41035
SLU	10.1	Right Exterior Girder	10.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99542	24123 8	2742 3	58622	0	40920	0.41263
SLU	10.1	Left Exterior Girder	10.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99545	24123 8	2703 7	60986	0	38559	0.41264
SLU	10.1	Right Exterior Girder	10.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99546	24123 8	2741 4	58618	0	40928	0.41265
SLU	10.1	Left Exterior Girder	10.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99546	24123 8	2703 7	60981	0	38565	0.41265
SLU	49.9	Right Exterior Girder	49.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99931	24123 8	2750 8	58639	0	41291	0.41424
SLU	49.9	Right Exterior Girder	49.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	99939	24123 8	2749 4	58632	0	41307	0.41428
SLU	48.1	Left Exterior Girder	48.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	11672 2	24123 8	2708 4	72593	0	44129	0.48385
SLU	48.1	Left Exterior Girder	48.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	11673 1	24123 8	2706 9	72601	0	44130	0.48388
SLU	11.9	Right Exterior Girder	11.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	11725 6	24123 8	2744 5	69789	0	47467	0.48606

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	44 di 81

SLU	11.9	Right Exterior Girder	11.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	117259	241238	27437	69782	0	47477	0.48607
SLU	11.9	Left Exterior Girder	11.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	117300	241238	27064	72503	0	44797	0.48624
SLU	11.9	Left Exterior Girder	11.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	117305	241238	27053	72509	0	44796	0.48626
SLU	48.1	Right Exterior Girder	48.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	117681	241238	27532	69796	0	47885	0.48782
SLU	48.1	Right Exterior Girder	48.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	117685	241238	27524	69788	0	47897	0.48784
SLU	46.3	Left Exterior Girder	46.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	132706	241238	27135	83015	0	49691	0.5501
SLU	46.3	Left Exterior Girder	46.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	132719	241238	27111	83023	0	49695	0.55016
SLU	13.7	Right Exterior Girder	13.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	133130	241238	27468	79933	0	53197	0.55186
SLU	13.7	Right Exterior Girder	13.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	133134	241238	27460	79923	0	53211	0.55188
SLU	13.7	Left Exterior Girder	13.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	133255	241238	27110	82883	0	50372	0.55238

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	45 di 81

SLU	13.7	Left Exterior Girder	13.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	13326 7	24123 8	2708 9	82893	0	50374	0.55243
SLU	46.3	Right Exterior Girder	46.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	13361 8	24123 8	2754 9	79903	0	53715	0.55389
SLU	46.3	Right Exterior Girder	46.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	13361 9	24123 8	2754 4	79894	0	53725	0.55389
SLU	44.5	Left Exterior Girder	44.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14696 7	24123 8	2718 9	92336	0	54631	0.60922
SLU	44.5	Left Exterior Girder	44.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14697 9	24123 8	2716 5	92343	0	54637	0.60927
SLU	15.5	Right Exterior Girder	15.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14719 0	24123 8	2747 9	89045	0	58145	0.61014
SLU	15.5	Right Exterior Girder	15.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14719 1	24123 8	2747 8	89053	0	58138	0.61015
SLU	15.5	Left Exterior Girder	15.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14744 0	24123 8	2717 0	92139	0	55301	0.61118
SLU	15.5	Left Exterior Girder	15.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14745 6	24123 8	2714 1	92148	0	55308	0.61125
SLU	44.5	Right Exterior Girder	44.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	14776 3	24123 8	2755 6	88954	0	58809	0.61252

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	46 di 81

SLU	44.5	Right Exterior Girder	44.5	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	147766	241238	27552	88960	0	58806	0.61254
SLU	42.7	Left Exterior Girder	42.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159509	241238	27241	100548	0	58961	0.66121
SLU	42.7	Left Exterior Girder	42.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159520	241238	27216	100552	0	58968	0.66126
SLU	17.3	Right Exterior Girder	17.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159651	241238	27478	96981	0	62670	0.6618
SLU	17.3	Right Exterior Girder	17.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159657	241238	27469	96988	0	62668	0.66182
SLU	17.3	Left Exterior Girder	17.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159971	241238	27240	100411	0	59560	0.66313
SLU	17.3	Left Exterior Girder	17.3125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	159991	241238	27205	100418	0	59573	0.66321
SLU	42.7	Right Exterior Girder	42.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	160116	241238	27553	96943	0	63173	0.66373
SLU	42.7	Right Exterior Girder	42.6875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	160124	241238	27542	96947	0	63177	0.66376
SLU	19.1	Right Exterior Girder	19.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	170330	241238	27465	103884	0	66445	0.70607

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	47 di 81

SLU	19.1	Right Exterior Girder	19.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17033 2	24123 8	2745 6	103894	0	66438	0.70608
SLU	40.9	Left Exterior Girder	40.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17034 1	24123 8	2730 0	107662	0	62679	0.70611
SLU	40.9	Left Exterior Girder	40.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17035 7	24123 8	2726 8	107667	0	62691	0.70618
SLU	40.9	Right Exterior Girder	40.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17069 9	24123 8	2753 8	103877	0	66822	0.7076
SLU	40.9	Right Exterior Girder	40.875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17070 8	24123 8	2752 4	103882	0	66826	0.70764
SLU	19.1	Left Exterior Girder	19.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17076 0	24123 8	2732 2	107562	0	63198	0.70785
SLU	19.1	Left Exterior Girder	19.125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17078 6	24123 8	2727 8	107572	0	63215	0.70796
SLU	20.9	Right Exterior Girder	20.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17922 0	24123 8	2745 4	109748	0	69472	0.74292
SLU	20.9	Right Exterior Girder	20.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17922 1	24123 8	2744 6	109760	0	69461	0.74292
SLU	39.1	Left Exterior Girder	39.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17945 7	24123 8	2737 0	113667	0	65791	0.7439

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	48 di 81

SLU	39.1	Left Exterior Girder	39.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17948 0	24123 8	2733 2	113673	0	65807	0.744
SLU	39.1	Right Exterior Girder	39.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17950 9	24123 8	2751 8	109751	0	69758	0.74412
SLU	39.1	Right Exterior Girder	39.0625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17951 8	24123 8	2750 1	109757	0	69761	0.74416
SLU	20.9	Left Exterior Girder	20.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17981 1	24123 8	2741 2	113592	0	66219	0.74537
SLU	20.9	Left Exterior Girder	20.9375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	17984 1	24123 8	2736 4	113603	0	66238	0.7455
SLU	22.8	Right Exterior Girder	22.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18634 7	24123 8	2744 1	114564	0	71783	0.77246
SLU	22.8	Right Exterior Girder	22.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18635 3	24123 8	2742 5	114571	0	71782	0.77249
SLU	37.3	Right Exterior Girder	37.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18657 1	24123 8	2749 1	114569	0	72002	0.77339
SLU	37.3	Right Exterior Girder	37.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18658 2	24123 8	2746 8	114572	0	72010	0.77344
SLU	37.3	Left Exterior Girder	37.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18689 0	24123 8	2743 3	118583	0	68308	0.77472

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	49 di 81

SLU	37.3	Left Exterior Girder	37.25	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18691 2	24123 8	2739 9	118586	0	68326	0.77481
SLU	22.8	Left Exterior Girder	22.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18717 2	24123 8	2748 4	118526	0	68646	0.77588
SLU	22.8	Left Exterior Girder	22.75	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	18719 5	24123 8	2744 8	118532	0	68662	0.77598
SLU	24.6	Right Exterior Girder	24.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19172 7	24123 8	2741 4	118301	0	73427	0.79477
SLU	24.6	Right Exterior Girder	24.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19173 7	24123 8	2739 2	118303	0	73434	0.79481
SLU	35.4	Right Exterior Girder	35.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19188 7	24123 8	2745 2	118304	0	73583	0.79543
SLU	35.4	Right Exterior Girder	35.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19190 1	24123 8	2742 4	118305	0	73596	0.79549
SLU	35.4	Left Exterior Girder	35.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19264 4	24123 8	2748 1	122400	0	70244	0.79857
SLU	35.4	Left Exterior Girder	35.4375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19266 5	24123 8	2745 4	122401	0	70264	0.79865
SLU	24.6	Left Exterior Girder	24.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19285 6	24123 8	2752 7	122359	0	70497	0.79944

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	50 di 81

SLU	24.6	Left Exterior Girder	24.5625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19287 1	24123 8	2750 6	122361	0	70510	0.79951
SLU	26.4	Right Exterior Girder	26.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19538 0	24123 8	2738 0	120974	0	74407	0.80991
SLU	26.4	Right Exterior Girder	26.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19539 0	24123 8	2736 0	120976	0	74414	0.80995
SLU	33.6	Right Exterior Girder	33.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19548 6	24123 8	2740 9	120976	0	74510	0.81035
SLU	33.6	Right Exterior Girder	33.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19549 9	24123 8	2738 3	120978	0	74521	0.8104
SLU	33.6	Left Exterior Girder	33.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19673 7	24123 8	2752 1	125128	0	71609	0.81553
SLU	33.6	Left Exterior Girder	33.625	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19676 0	24123 8	2749 7	125130	0	71630	0.81563
SLU	26.4	Left Exterior Girder	26.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19688 0	24123 8	2755 4	125101	0	71779	0.81613
SLU	26.4	Left Exterior Girder	26.375	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19689 6	24123 8	2753 9	125103	0	71792	0.81619
SLU	28.2	Right Exterior Girder	28.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	19730 5	24123 8	2735 1	122580	0	74724	0.81789

Relazione di calcolo impalcato acc/cfs L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	51 di 81

SLU	28.2	Right Exterior Girder	28.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19731 1	24123 8	2733 7	122583	0	74728	0.81791
SLU	31.8	Right Exterior Girder	31.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19736 4	24123 8	2737 1	122582	0	74782	0.81813
SLU	31.8	Right Exterior Girder	31.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19737 2	24123 8	2735 2	122585	0	74787	0.81817
SLU	30	Right Exterior Girder	30	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19755 6	24123 8	2734 2	123125	0	74430	0.81893
SLU	30	Right Exterior Girder	30	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19756 6	24123 8	2732 9	123126	0	74440	0.81897
SLU	31.8	Left Exterior Girder	31.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19918 1	24123 8	2755 6	126753	0	72428	0.82566
SLU	31.8	Left Exterior Girder	31.8125	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19920 2	24123 8	2753 6	126757	0	72445	0.82575
SLU	28.2	Left Exterior Girder	28.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19925 6	24123 8	2757 1	126741	0	72515	0.82597
SLU	28.2	Left Exterior Girder	28.1875	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	19926 6	24123 8	2756 2	126744	0	72523	0.82602
SLU	30	Left Exterior Girder	30	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM=1	20002 2	24123 8	2757 2	127296	0	72726	0.82915



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
 TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
 VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	52 di 81

SLU	30	Left Exterior Girder	30	COMB SLU - VAR POS	Max	EN 1994-2 6.2.1.1 (1), gammaM= 1	20002 6	24123 8	2756 6	127296	0	72730	0.82917
-----	----	----------------------------	----	-----------------------------	-----	---	------------	------------	-----------	--------	---	-------	---------

10.4 Verifica dei pioli

Il sistema di collegamento e collaborazione strutturale è realizzato mediante degli elementi connettori a piolo tipo Nelson Ø 22 mm in acciaio S235J2G3 saldati all'ala superiore delle travi in acciaio.

Si ipotizza la realizzazione di un sistema di piolatura in grado di assicurare un grado di connessione η pari a 1.

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

diametro pioli tipo "Nelson"

$$f_t = 450 \text{ N/mm}^2$$

resistenza a rottura acciaio del piolo

$$\gamma_v = 1.25$$

coefficiente parziale di sicurezza

$$\alpha = 1.0$$

larghezza destra

$$P_{Rda} = 0.8 \pi \frac{f_t d^2}{4 \gamma_v} = 109 \text{ kN}$$

resistenza di progetto piolo lato acciaio

$$P_{Rdc} = 0.29 \alpha d^2 \frac{\sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} = 127 \text{ kN}$$

resistenza di progetto piolo lato cls

$$P_{Rd} = \min(P_{Rda}, P_{Rdc}) = 109 \text{ kN}$$

resistenza di progetto piolo

Secondo C4.3.4.3.1.1, la spaziatura massima tra i connettori deve essere pari a:

$$s_{MAX} = 22 \cdot t_f \cdot \sqrt{235/f_{yk}}$$

per le travi collaboranti con solette piene.

Quindi per $t_f = 50\text{mm}$ (flangia superiore) si ha:

$$s_{max} = 950\text{mm}$$

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	54 di 81

Si verificano i pioli secondo C4.3.4.3.3.

La verifica è stata effettuata secondo le seguenti ipotesi:

- A favore di sicurezza lo spessore della soletta scelto è quello minimo, essendo la sezione variabile
- La larghezza efficace della soletta è stata calcolata secondo la formula di EC2

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

in cui:

b_{ei} è il valore minore tra la $L/8$ per L della trave e $i/2$ dove i è l'interasse tra le travi.

fyk	tensione caratteristica acciaio S355	355	MPa
fsk	tensione caratteristica acciaio B450C	450	MPa
fck	resistenza caratteristica cls C35/45	45	MPa
γ_a	fattore parziale acciaio S355	1.05	
γ_s	fattore parziale acciaio B450C	1.15	
γ_c	fattore parziale cls C35/45	1.5	
sp	spessore soletta	0.35	m
d	diametro armatura	24	mm
p	passo armatura	0.1	m
n	numero strati	2	armatura
b _{eff}	larghezza efficace	10.3	m
A _a	area del profilo in acciaio	0.180	m ²
A _c	area della soletta	3.605	m ²
A _{se}	area armatura	0.093	m ²
V _{ld}	forza di scorrimento campata esterna C4.3.3	60857	kN
V _{ld}	forza di scorrimento campata interna C4.3.4	97324	kN
L	lunghezza trave campata esterna	60	m
k _p	numero di pioli per riga	7	
F _{pn}	resistenza caratteristica piolo	109	kN
n _{p min}	numero minimo di righe	79.76	
n _p	numero di righe	80	
p	passo	0.8	m
L	lunghezza trave campata interna	60	m
k _p	numero di pioli per riga	7	
F _{pn}	resistenza caratteristica piolo	109	kN
n _{p min}	numero minimo di righe	127.55	



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	55 di 81

np	numero di righe	128		
p	passo	0.5	m	

Si adotta passo 0.3m.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
	Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A

11 VERIFICHE ALLO SL DI FATICA

Si effettua la verifica a fatica per i dettagli costruttivi in condizioni più gravose considerando come carico di fatica il modello di carico LM71.

Per la definizione della verifica in esame, si riporta a seguire, per maggior chiarezza di esposizione, il testo della norma:

E' possibile ricondurre la verifica a fatica ad una verifica convenzionale di resistenza, confrontando il delta ideale convenzionale di tensione di progetto, $\Delta\sigma_{E,d}$, descritto nel seguito, con la classe del particolare $\Delta\sigma_c$.

Il delta di tensione convenzionale di calcolo $\Delta\sigma_{E,d}$ è dato da:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71}$$

Per essere in sicurezza nei riguardi della fatica dovrà verificarsi la seguente condizione:

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}}$$

Esprimibile con identica forma anche in termini di tensioni tangenziali:

$$\Delta\tau_{E,d} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

Dove:

λ è un fattore di correzione i cui valori numerici sono definiti in 2.7.1.2.1;

$\Delta\sigma_{71}$ è la differenza di tensione tra i valori estremi σ_{max} e σ_{min} dovuti a sovraccarico teorico di calcolo adottato per il ponte (LM71) posto nella posizione più sfavorevole;

$\Delta\sigma_c$ è la resistenza alla fatica corrispondente a 2×10^6 cicli da ricavare sulle curve SN corrispondenti al particolare strutturale esaminato 2.7.1.1.5-1;

Φ_2 è il coefficiente di incremento dinamico del sovraccarico teorico valutato mediante la seguente formula:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,20} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

Dove L_Φ rappresenta la lunghezza "caratteristica" in metri, così come definita in Tab. 2.5.1.4.2.5.3-1.

I coefficienti di incremento dinamico sono stabiliti con riferimento a travi semplicemente appoggiate. La lunghezza L_Φ permette di estendere l'uso di questi coefficienti ad altre tipologie strutturali.

Ove le sollecitazioni agenti in un elemento strutturale dipendessero da diversi termini ciascuno dei quali

affidente a componenti strutturali distinti, ognuno di questi termini dovrà calcolarsi utilizzando la lunghezza caratteristica L_{ϕ} appropriata.

Per γ_{MF} vale quanto detto al Paragrafo 2.7.1.1.4.

Il fattore di correzione è dato dalla seguente formula:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \text{ ma } \lambda \leq \lambda_{\max}$$

Dove:

λ_1 è un fattore che, per differenti tipi di travature, porta in conto l'effetto di danneggiamento dovuto al traffico e dipende dalla lunghezza di influenza caratteristica dell'elemento da verificare;

λ_2 è un fattore che porta in conto il volume di traffico (definito in 2.7.1.2.2);

λ_3 è un fattore che porta in conto la vita di progetto del ponte (definito in 2.7.1.2.3);

λ_4 è un fattore da applicarsi quando l'elemento strutturale è caricato da più di un binario (definito in 2.7.1.2.4).

Il valore del fattore di campata λ_1 , corrispondente alla combinazione di carico "standard" può essere ottenuto dalla Tabella 2.7.1.2.1-1.

L [m]	λ_1
50,0	0,63
60,0	0,63
70,0	0,62
80,0	0,61
90,0	0,61
100,0	0,60

7.1.2.1-1 – Valori di λ_1 in funzione

Figura 23 - valori estratti relativi al calcolo di λ_1

Nel caso di ponti a doppio binario, si dovrà tener conto delle possibilità di incrocio dei treni sul ponte per la verifica degli elementi delle pareti principali e delle travi trasversali.

In tal caso, i dati tensionali andranno calcolati considerando ambedue i binari caricati, ma apportando ai valori numerici di $\Delta\sigma_i$ ($\Delta\tau_i$) così determinati, il fattore correttivo λ_4 di seguito riportato:

$$\lambda_4 = \sqrt[5]{n + [1-n] \cdot [a^5 + (1-a)^5]}$$

dove:

$$a = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_{1+2}}$$

in cui:

$\Delta\sigma_1$ è l'intervallo di tensione nella sezione da verificare ottenuta con il modello di carico su un solo binario;

$\Delta\sigma_{1+2}$ è l'intervallo di tensione nella stessa sezione ottenuta con il modello di carico su due binari qualsiasi.

n è uguale alla percentuale dei treni che si incrociano sul ponte, la quale salvo diverse indicazioni da parte del Gestore dell'Infrastruttura si assumerà pari al 33,3%.

PER STATI TENSIONALI PROVENIENTI DA SOLLECITAZIONI DI FLESSIONE:			
		Per:	Luce L da considerare
1		una campata semplicemente appoggiata	luce della campata L

Figura 24 - luce di calcolo per lo schema di trave adottata

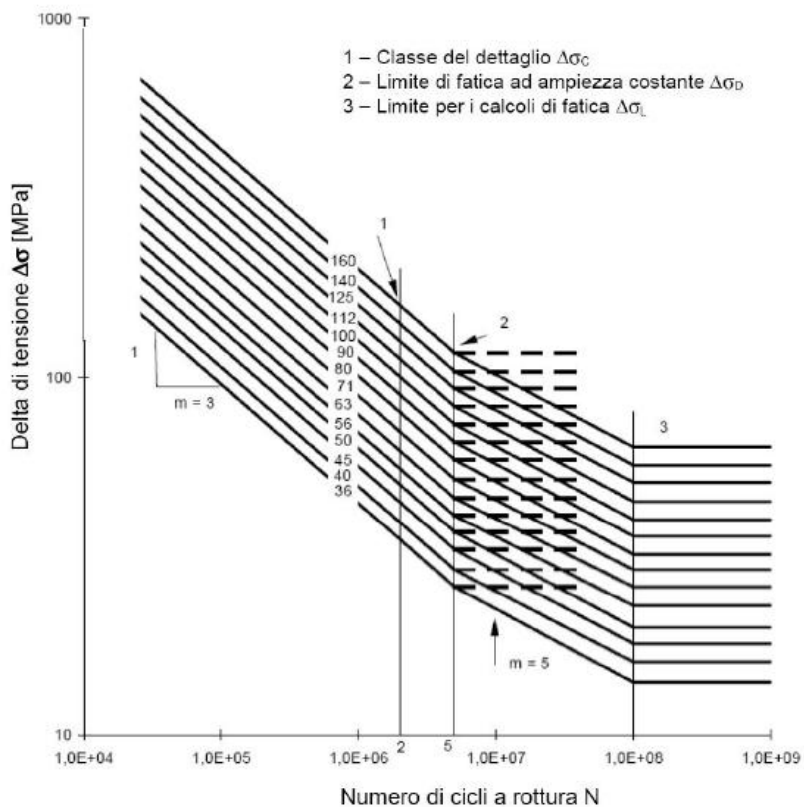


Fig. 2.7.1.1.5-1 - Curve S-N per dettagli / elementi soggetti a tensioni normali

Figura 25 - Curva per il calcolo di $\Delta\sigma_c$

11.1 Sezione di giunto della trave principale

Si effettua la verifica della sezione di giunto saldato della trave, utilizzando a favore di sicurezza l'aliquota maggiore di $\Delta\sigma_{71}$ riscontrata lungo tutta la trave.

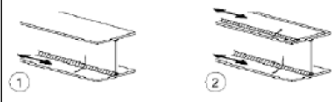
$\Delta\sigma_{e,d} < k_s * \Delta\sigma_c / \gamma_{mf}$	verificato	
$\Delta\sigma_{e,d} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71}$	27.4	MPa
k_s	0.79	-
$k_s * \Delta\sigma_c / \gamma_{mf}$	72.9	MPa
γ_{mf}	1.35	-
$\Delta\sigma_{71}$	52	MPa
$\phi_2 * \Delta\sigma_{71}$	53	MPa
ϕ_2	1.01	-
L_ϕ	60	m
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$	0.52	-
λ_1	0.63	(per $L_i = 60m$)
λ_2	1.0	(25x10 t/anno)
λ_3	1.0	($V_u = 100$ anni)
λ_4	0.8	due binari
$\Delta\sigma_c$	125	Mpa

$\Delta\sigma_c = 125$ MPa (saldatura automatica a piena penetrazione tab. 2-2.)

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	61 di 81

Tab. 2-2 – Dettagli costruttivi per sezioni saldate ($\Delta\sigma$)

Class e del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	requisiti
125		<p>Saldatura longitudinale continue</p> <p>1) Saldatura automatica a piena penetrazione effettuata da entrambi i lati</p> <p>2) Saldatura automatica a cordoni d'angolo. Le parti terminali dei piatti di rinforzo devono essere verificate considerando i dettagli 6) e 7) della tabella 2-5.a</p>	<p>1) e 2) Non sono consentite interruzioni/riprese, a meno che la riparazione sia eseguita da un tecnico qualificato e siano eseguiti controlli atti a verificare la corretta esecuzione della riparazione</p>

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	62 di 81

11.2 Sezione di attacco piattabanda inferiore e anima agli irrigidenti trasversali

Si effettua la verifica della sezione di giunto saldato della piattabanda inferiore con irrigidimento trasversale, utilizzando a favore di sicurezza l'aliquota maggiore di $\Delta\sigma_{71}$ riscontrata lungo tutta la trave.

Spessore irrigidimento = 30 mm

Spessore piattabanda inferiore = 60 mm

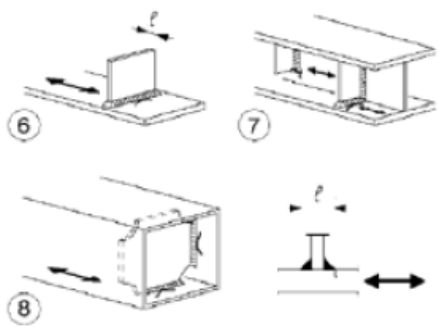
Spessore anima = 30 mm


(Nel calcolo di K_s si considera a favore di sicurezza lo spessore maggiore.)

$\Delta\sigma_{e,d} < k_s * \Delta\sigma_c / \gamma_{mf}$	verificato	
$\Delta\sigma_{e,d} = \lambda * \phi_2 * \Delta\sigma_{71}$	27.4	MPa
k_s	0.79	-
$k_s * \Delta\sigma_c / \gamma_{mf}$	46.7	MPa
γ_{mf}	1.35	-
$\Delta\sigma_{71}$	52	MPa
$\phi_2 * \Delta\sigma_{71}$	53	MPa
ϕ_2	1.01	-
L_ϕ	60	m
$\lambda = \lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3 * \lambda_4$	0.52	-
λ_1	0.63	(per $L_i = 60m$)
λ_2	1.0	(25x10 t/anno)
λ_3	1.0	($V_u = 100$ anni)
λ_4	0.8	due binari
$\Delta\sigma_c$	80	Mpa

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	63 di 81

<p>80 (a)</p> <p>71 (b)</p>		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) saldati a 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</p> <p>(a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
-----------------------------	---	--	---

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957					
Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 07 09 001	REV. A	FOGLIO 64 di 81

12 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

12.1 Inflessione nel piano verticale

Per la definizione della verifica in esame, si riporta a seguire, per maggior chiarezza di esposizione, il testo della norma:

“

Considerando la presenza dei treni di carico LM71, SW/0, SW/2, incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α , il massimo valore di inflessione per effetto di tali carichi ferroviari non deve eccedere il valore $L/600$.

Il numero di binari da caricare sarà secondo quanto riportato in tabella 5.2.III (par.1.8.2.2).

Per tutte le tipologie di ponti e per qualsiasi velocità lo spostamento orizzontale, conseguente all'inflessione per carichi verticali, del piano di regolamento o di posa del ballast o, nel caso di attacco diretto, del piano di posa delle rotaie, dovrà risultare non superiore a 8 mm. ⁽⁷⁾

A titolo di esempio, per i ponti a via superiore, tale prescrizione si traduce nella seguente limitazione sulla rotazione di estremità:

$$\theta \leq \frac{8}{H} \quad [\text{rad}]$$

ove H [in mm] rappresenta la distanza del piano di regolamento del ballast o, nel caso di attacco diretto, del piano di posa della rotaia dal centro di rotazione dell'apparecchio di appoggio dell'impalcato.

”

I modelli di carico LM71, SW2 E SW0 sono riportati per maggior chiarezza:

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	65 di 81

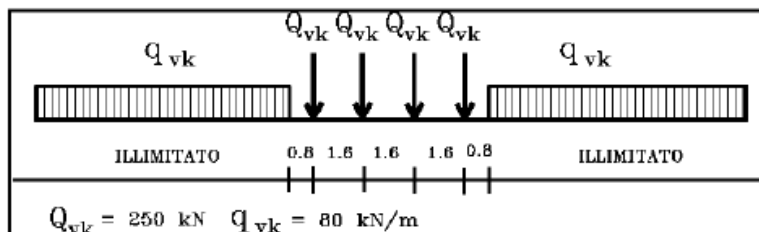


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;
- carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

Il valore del coefficiente di adattamento da adottarsi per il modello di carico LM71 nella progettazione di ferrovie ordinarie è pari a 1,1.

Tab. 5.2.1 - Caratteristiche Modelli di Carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Il valore del coefficiente di adattamento "α" da adottarsi nella progettazione delle ferrovie ordinarie è pari, rispettivamente, a 1,1 per il modello di carico SW/0 ed a 1,0 per il modello di carico SW/2.

Il valore del coefficiente di incremento dinamico utilizzato è il maggiore tra i seguenti:

L_ϕ	60	m
ϕ_2	1.01	alto standard manutentivo
ϕ_3	1.02	ridotto standard manutentivo

Nel caso in esame si ha:

L	60	m
$\delta v_{amm} = L/600$	100	mm
δv	35	mm
$\delta v_{amm} < \delta v$	verificato	



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	66 di 81

$$H = 3700 \text{ mm}$$

$$\theta_{amm} = 1.86 \text{ e } -3 \text{ [rad]}$$

$$\theta = 8.4 \text{ e } -4 < \theta_{amm} = 8 \text{ mm (binari caricati con (LM71 +SW2)*}\alpha*\phi)$$

12.2 Deformazioni torsionali (Verifica dello sghembo)

Il massimo sghembo ammissibile per ponti con velocità comprese fra 120 e 200 km/h è pari a 3mm/3m.

Si riporta la verifica dello sghembo secondo il NTC 2018 § 5.2.3.2.2.1.

Deformazioni torsionali dell'impalcato

La torsione dell'impalcato del ponte è calcolata considerando il treno di carico LM 71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico.

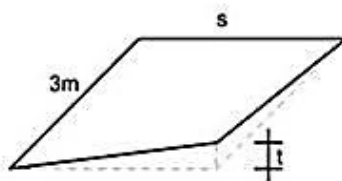


Fig. 5.2.14 - Sghembo ammissibile

Il massimo sghembo, misurato su una lunghezza di 3 m e considerando le rotaie solidali all'impalcato (Fig. 5.2.14), non deve eccedere i seguenti valori:

per $V \leq 120$ km/h; $t \leq 4,5$ mm/3m

per $120 < V \leq 200$ km/h; $t \leq 3,0$ mm/3m

per $V > 200$ km/h; $t \leq 1,5$ mm/3m

Nel caso in esame, con binario caricato con LM71 e binario caricato con il massimo sghembo su base 3 m è $1.2\text{mm} < 3$ mm.

12.3 Stato limite di comfort del passeggero

Si effettua il controllo dell'inflessione verticale dell'impalcato ai fini delle verifiche dello stato limite di comfort del passeggero.

Secondo il manuale RFI il "Il comfort di marcia per i passeggeri è controllato limitando i valori della freccia verticale dei ponti ferroviari in funzione della luce e del numero delle campate consecutive, dello schema statico del ponte e della velocità V di percorrenza del convoglio.

L'inflessione verticale deve calcolarsi in asse al binario, considerando il modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente a; in caso di ponte a doppio binario dovrà considerarsi carico un solo binario e calcolarsi la freccia in asse a tale binario carico, applicando un solo modello di carico LM71 con il relativo incremento dinamico e con il coefficiente a.

Per i ponti aventi luci ≥ 30 m, dovrà verificarsi che il raggio di curvatura del binario nel piano verticale per deformazioni verso il basso, non risulti inferiore a quello che induce sul mezzo una accelerazione pari a $0,48 \text{ m/sec}^2$. Tale prescrizione si traduce nel controllo del raggio."

Nella figura si riportano i valori limite di deformabilità validi per viadotti con impalcati semplicemente appoggiati aventi tre o più campate, corrispondenti all'accelerazione ammissibile verticale pari a $b_v=1 \text{ m/s}^2$ in carrozza.

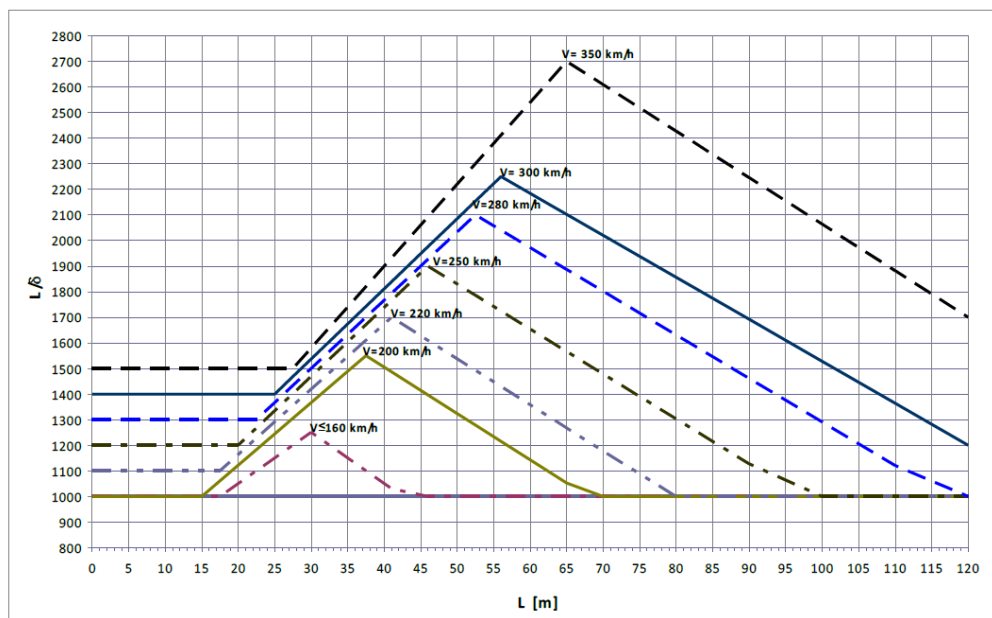


Fig. 5.2.1.8.3.2.2-2 Valori del limite di deformabilità L/δ per il comfort dei passeggeri.

Nel caso in esame il limite normativo della freccia per $V=200 \text{ km/h}$, $L = 60 \text{ m}$ e trave poggiate a più campate è pari a:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957</p>					
<p>Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI 07 09 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 69 di 81</p>

$L/\delta = 1150$ da cui $\delta \max = 52$ mm.

La freccia massima in asse al binario sotto l'azione del modello LM71 dinamizzato è pari a $\delta = 32$ mm e quindi inferiore al valore limite.

13 VERIFICA DIAFRAMMI INTERMEDI

13.1 Verifica SLU-SLV

I diaframmi intermedi sono costituiti da:

- 2L 120x10 (elementi diagonali e superiori)
- 2L 150x15 (elementi inferiori)

La verifica è effettuata secondo EC3 di cui si riporta l'estratto (definito nel caso generale di sezioni soggette anche a momento):

6.3.3 Uniform members in bending and axial compression

(1) Unless second order analysis is carried out using the imperfections as given in 5.3.2, the stability of uniform members with double symmetric cross sections for sections not susceptible to distortional deformations should be checked as given in the following clauses, where a distinction is made for:

- members that are not susceptible to torsional deformations, e.g. circular hollow sections or sections restraint from torsion
- members that are susceptible to torsional deformations, e.g. members with open cross-sections and not restraint from torsion.

(2) In addition, the resistance of the cross-sections at each end of the member should satisfy the requirements given in 6.2.

NOTE 1 The interaction formulae are based on the modelling of simply supported single span members with end fork conditions and with or without continuous lateral restraints, which are subjected to compression forces, end moments and/or transverse loads.

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	70 di 81

(4) Members which are subjected to combined bending and axial compression should satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.62)$$

where N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ and $M_{z,Ed}$ are the design values of the compression force and the maximum moments about the y-y and z-z axis along the member, respectively

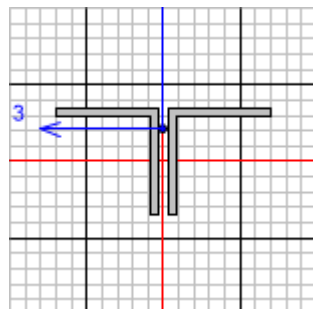
$\Delta M_{y,Ed}$, $\Delta M_{z,Ed}$ are the moments due to the shift of the centroidal axis according to 6.2.9.3 for class 4 sections, see Table 6.7,

χ_y and χ_z are the reduction factors due to flexural buckling from 6.3.1

χ_{LT} is the reduction factor due to lateral torsional buckling from 6.3.2

k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} are the interaction factors

13.1.1 2L 120x10 (elementi diagonali e superiori)



Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Flexural Details for Combo and Station)
Units : KN, m, C

Frame : 114	X Mid: 30.9	Combo: DSTL7	Design Type: Brace
Length: 4.097	Y Mid: 0.9	Shape: 2 L 120 x 10	Frame Type: DCH-MRF
Loc : 4.097	Z Mid: -2.34	Class: Class 4	Rolled : No

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Consider Torsion? No	Ignore Special EQ Load? No	D/P Plug Welded? Yes
Ignore Seismic Code? No		

GammaM0=1.	GammaM1=1.	GammaM2=1.25	
q=4.	Omega=1.	GammaOV=1.1	
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=0.75	D/C Lim=0.95

Aeff=0.005	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.005	Iyy=6.286E-06	iyy=0.037	Wel,yy=7.337E-05	Weff,yy=7.337E-05
It=0.	Izz=1.176E-05	izz=0.051	Wel,zz=9.798E-05	Weff,zz=9.798E-05
Iw=0.	Iyz=0.	h=0.12	Wpl,yy=1.325E-04	Av,y=0.002
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl,zz=1.658E-04	Av,z=0.002

Iyz=0.	Imax=1.176E-05	imax=0.051	Wel,zz,maj=9.798E-05
Rot= 90. deg	Imin=6.286E-06	imin=0.037	Wel,zz,min=7.337E-05

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	71 di 81

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
4.097	46.526	0.	0.	0.624	0.	0.

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.9.3(2))

D/C Ratio: 0.029 = 0.029 + 0. + 0. < 0.95 OK
= NEd/(Aeff fy/GammaM0) + (My,Ed+NEd eNy)/(Weff,y,min fy/GammaM0)
+ (Mz,Ed+NEd eNz)/(Weff,z,min fy/GammaM0) (EC3 6.2.9.3(2))

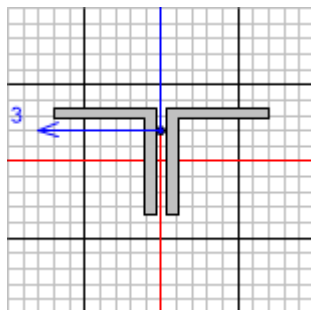
BASIC FACTORS

Buckling Mode	K Factor	L Factor	Lcr/i
Minor (y-y)	1.	1.	109.622
Minor Braced	1.	1.	109.622
Major (z-z)	1.	1.	80.151
Major Braced	1.	1.	80.151
LTB	1.	1.	80.151

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity				
Axial	46.526	1597.5	1597.5				
		Npl,Rd 1597.5	Nu,Rd 1652.4	Ncr,T 2423.633	Ncr,TF 1228.627	An/Ag 1.	
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Minor (y-y)	b	0.34	776.131	1.435	1.739	0.367	586.912
MinorB(y-y)	b	0.34	776.131	1.435	1.739	0.367	586.912
Major (z-z)	b	0.34	1451.811	1.049	1.195	0.566	904.645
MajorB(z-z)	b	0.34	1451.811	1.049	1.195	0.566	904.645
Torsional TF	b	0.34	1228.627	1.14	1.31	0.512	817.233

13.1.2 2L 150x15 (elementi inferiori)



Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 115	X Mid: 30.9	Combo: DSTL7	Design Type: Beam
Length: 3.602	Y Mid: 1.801	Shape: 2L 150 X 15	Frame Type: DCH-MRF
Loc : 3.602	Z Mid: -4.18	Class: Class 4	Rolled : No



RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA
 TRATTA FINALE LIGURE-ANDORA
 VI07 - Viadotto su Torrente Arroscia da Km 86+592 a Km 86+957

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	72 di 81

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Consider Torsion? No	Ignore Special EQ Load? No	D/P Plug Welded? Yes
Ignore Seismic Code? No		

GammaM0=1.	GammaM1=1.	GammaM2=1.25	
q=4.	Omega=1.	GammaOV=1.1	
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=0.75	D/C Lim=0.95

Aeff=0.005	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.005	Iyy=7.344E-06	iyy=0.037	Wel, yy=8.659E-05	Weff, yy=8.659E-05
It=0.	Izz=1.423E-05	izz=0.052	Wel, zz=1.186E-04	Weff, zz=1.186E-04
Iw=0.	Iyz=0.	h=0.12	Wpl, yy=1.564E-04	Av, y=0.003
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl, zz=2.035E-04	Av, z=0.003

Iyz=0.	Imax=1.423E-05	imax=0.052	Wel, zz, maj=1.186E-04
Rot= 90. deg	Imin=7.344E-06	imin=0.037	Wel, zz, min=8.659E-05

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
3.602	-311.76	0.	0.	32.302	0.	0.

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.61)

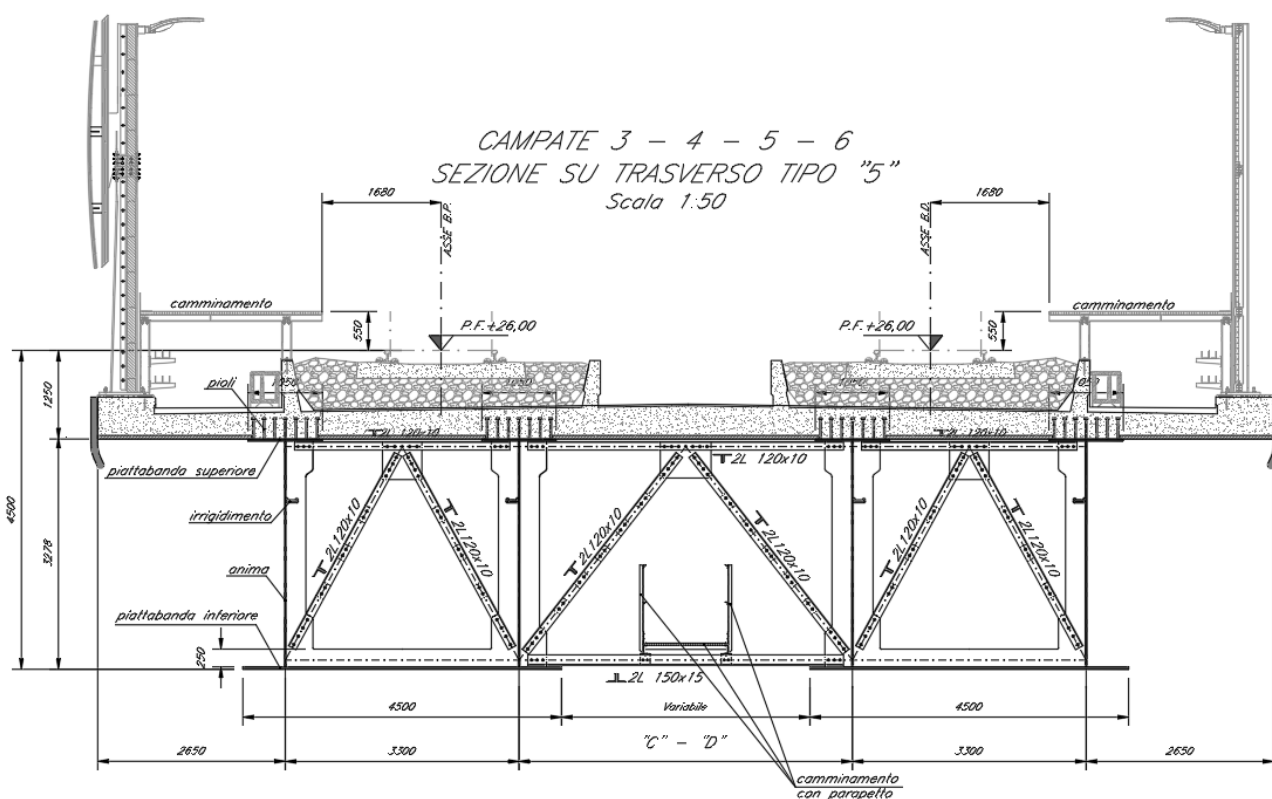
D/C Ratio: 0.429 = 0.373 + 0.056 + 0. < 0.95 OK
 = $\frac{Ned}{(\chi_y N_{Rk}/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{yy} (My, Ed + Ned eNy)}{(\chi_{LT} M_y, R_k/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{yz} (M_z, Ed + Ned eNz)}{(M_z, R_k/\Gamma_{M1})}$ (EC3 6.3.3(4)-6.61)

AXIAL FORCE DESIGN

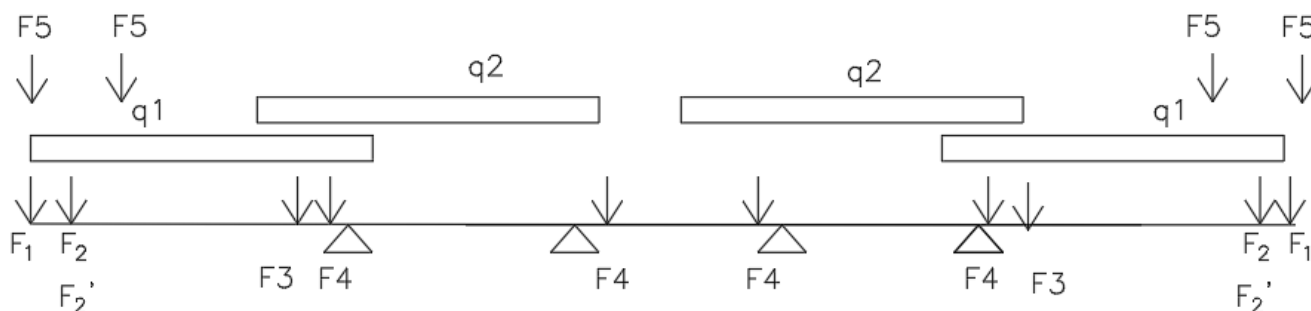
	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity				
Axial	-311.76	1891.44	1891.44				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	1891.44	1956.442	4083.814	1959.186	1.		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Minor (y-y)	b	0.34	1173.497	1.27	1.488	0.442	835.697
MinorB (y-y)	b	0.34	1173.497	1.27	1.488	0.442	835.697
Major (z-z)	b	0.34	2273.286	0.912	1.037	0.653	1235.794
MajorB (z-z)	b	0.34	2273.286	0.912	1.037	0.653	1235.794
Torsional TF	b	0.34	1959.186	0.983	1.116	0.608	1150.237

14 ANALISI EFFETTI LOCALI

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni locali sulla soletta si implementa un modello di calcolo di trave continua su appoggi fissi costituite dalle travi, soggetto alle azioni permanenti e accidentali di seguito determinate.



Lo schema di applicazione dei carichi permanenti è riportato nella figura seguente:



Relazione di calcolo impalcato acc/cis L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	74 di 81

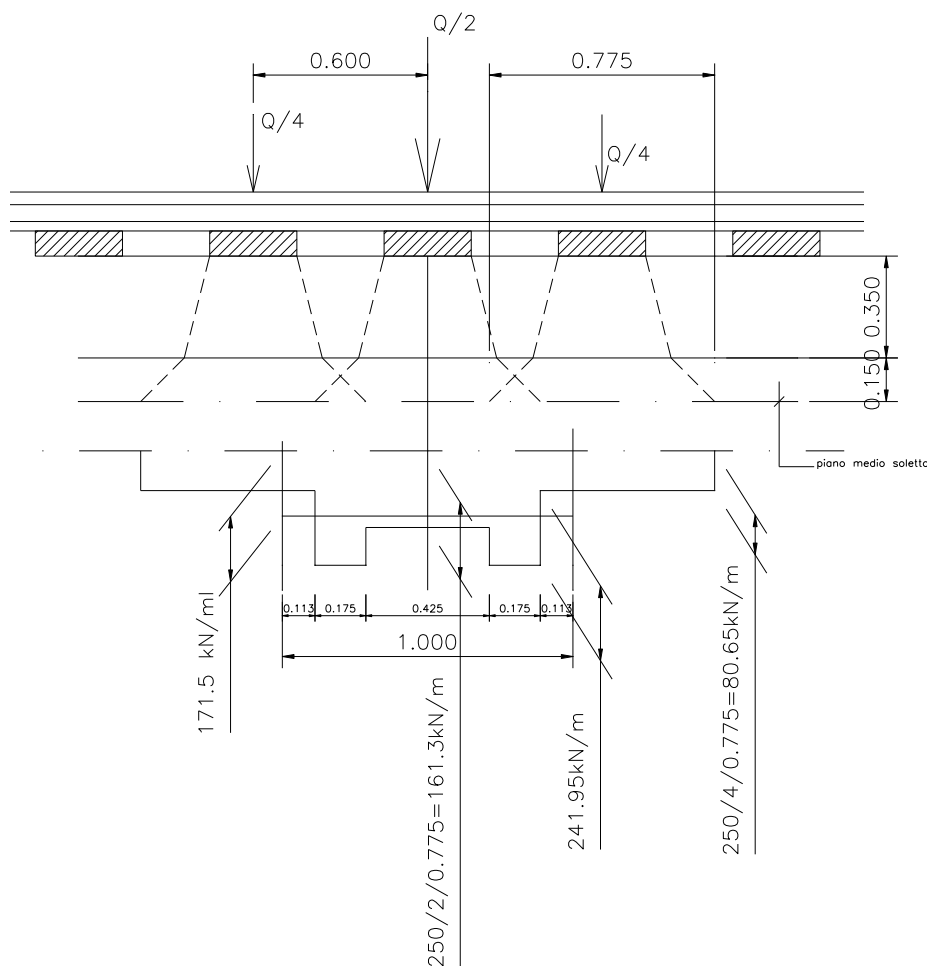
14.1 Carichi permanenti

F1 = veletta prefabbricata	= 2.5 kN/m
F2 = cordolo	= 2.5 kN/m
F2' = barriere antirumore	= 15 kN/m
F3 = peso canaline portacavi	= 2.1 kN/m
F4 = peso muretto paraballast	= 3.75 kN/m
q1 = impermeabilizzazione marciapiedi	= 2.3 kN/m
q2 = peso ballast+imp.sottoballast+arm+sovr.	= 41 kN/m
F5 = camminamento	= 18kN/m

14.2 Ripartizione dei carichi proveniente dai convogli

Ripartizione longitudinale

Ipotizzando una ripartizione fino al piano medio della soletta come illustrato nella figura, si determina il valore del carico diffuso a metro lineare dovuto ad un asse del modello di carico LM71 determinando la media pesata dei carichi d'impronta di ciascuna traversa.

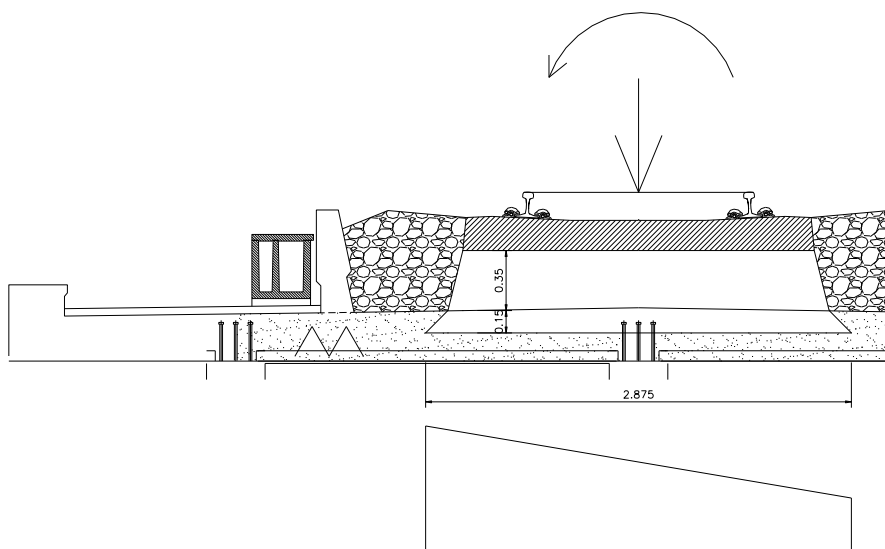


Risulta pertanto $q = 171.5 \text{ kN/m}$

Ripartizione trasversale

Con le stesse ipotesi sulla diffusione nello spessore del ballast e della soletta fino al piano medio si ha una larghezza di diffusione pari a 2.875 m. Quindi per il carico verticale dovuto a LM71 si ha una pressione pari a $p = 171.5 / 2.875 \approx 60$ kN/mq, al quale si deve aggiungere l'effetto dell'eccentricità trasversale che determinerà un diagramma delle pressioni a farfalla di valore massimo pari a:

$$M = 171.5 \cdot 0.08 = 13.72 \text{ kNm/m} \quad \Delta p = \pm 13.72 \times 6 / 2.875^2 = 13.72 / 1.38 \approx \pm 10 \text{ kN/mq}$$



Tali azioni saranno affette dal coefficiente di adattamento $\alpha = 1.1$ e dal coefficiente dinamico che nel caso in esame vale:

L_ϕ	11.4	m
ϕ_2	1.27	alto standard manutentivo
ϕ_3	1.41	ridotto standard manutentivo

Con lo stesso criterio si determinerà l'effetto delle azioni trasversali (serpeggio e vento) che si tramuta in un diagramma della pressione a farfalla.

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	77 di 81

Per il serpeggio ipotizzando una diffusione longitudinale simile a quella dei carichi verticali si ha:

$$H_{\text{medio}} \approx 70 \text{ kN/m, braccio} = 0.95 \quad \Rightarrow M = 66.5 \text{ kNm/m} \Rightarrow \Delta p = 66.5 / 1.38 \approx \pm 48.2 \text{ kN/mq};$$

Per il vento:

$$H = 10 \text{ kN/m} \quad \Rightarrow M = 29.5 \text{ kNm/m} \Rightarrow \Delta p = 29.5 / 1.38 \approx \pm 21.4 \text{ kN/mq};$$

14.3 Vento sulle barriere

Per un'azione del vento sulla barriera di 2.5 KN/mq, considerando un'altezza di barriera di 4 m si ha:

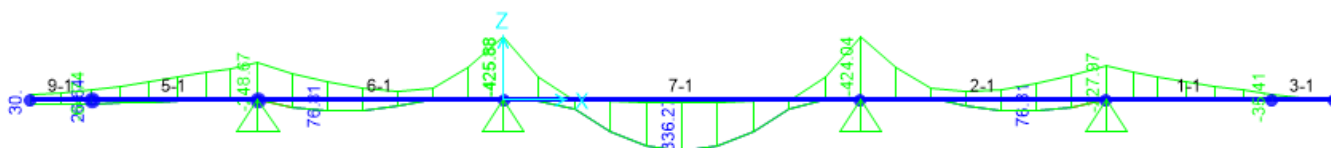
$$m = \frac{1}{2} \cdot 2.5 \cdot 4^2 = 20 \text{ kNm/m.}$$

Tale azione si applica nelle due direzioni e a favore di sicurezza si considera contemporanea al vento sul treno.

14.4 Sollecitazioni agenti e verifiche

Vengono di seguito riportati gli involuipi dei diagrammi di momento flettente allo SLU. Le sollecitazioni sono ottenute con carichi già fattorizzati allo stato limite ultimo .

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$



Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

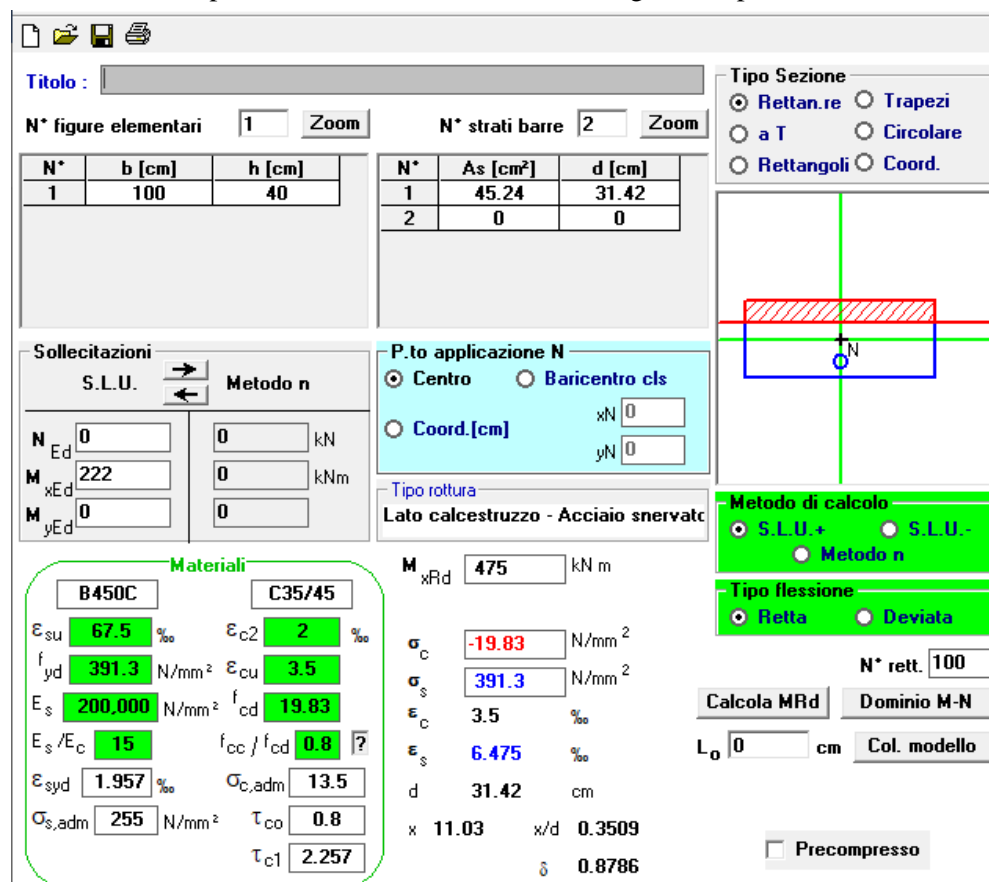
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	78 di 81

Si riporta la verifica in corrispondenza del massimo momento negativo e massimo positivo:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	M3
Text	m	KN-m
6	3.6	-424
6	1.8	336

Sezione in corrispondenza del massimo momento negativo , spessore soletta 40cm (predalle collaboranti):



Titolo : []

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	31.42
2	0	0

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN M_{xEd}: 222 kNm M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

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

Calcolo:
Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipologia flessione: Retta Deviata
 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello
 Precompresso

Parametri di calcolo:
 M_{xRd}: 475 kNm
 σ_c : -19.83 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5‰
 ϵ_s : 6.475‰
 d: 31.42 cm
 α : 11.03 α/d : 0.3509
 δ : 0.8786

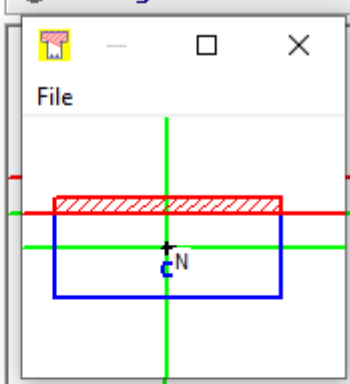
Si dispone quindi di armatura $\phi 24/10$ superiore e $\phi 18/20$ inferiore.

Med/Mrd = 0.89 < 1

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	79 di 81

Sezione in corrispondenza del massimo momento positivo, spessore soletta 45cm (predalle collaboranti):

<table border="1"> <tr><th>N*</th><th>b [cm]</th><th>h [cm]</th></tr> <tr><td>1</td><td>100</td><td>45</td></tr> </table>	N*	b [cm]	h [cm]	1	100	45	<table border="1"> <tr><th>N*</th><th>As [cm²]</th><th>d [cm]</th></tr> <tr><td>1</td><td>31.42</td><td>31.42</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	N*	As [cm²]	d [cm]	1	31.42	31.42	2	0	0	<input type="radio"/> Rettangoli <input type="radio"/> Coord.
N*	b [cm]	h [cm]															
1	100	45															
N*	As [cm²]	d [cm]															
1	31.42	31.42															
2	0	0															
<p>Sollecitazioni</p> <p>S.L.U. <input type="button" value="→"/> Metodo n <input type="button" value="←"/></p> <p>N_{Ed} <input type="text" value="0"/> kN</p> <p>M_{xEd} <input type="text" value="222"/> kNm</p> <p>M_{yEd} <input type="text" value="0"/> kNm</p>	<p>P.to applicazione N</p> <p><input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls</p> <p><input type="radio"/> Coord.[cm] xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/></p> <p>Tipo rottura</p> <p>Lato calcestruzzo - Acciaio snervato</p>																
<p>Materiali</p> <p>B450C C35/45</p> <p>ε_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰ ε_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰</p> <p>f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm² ε_{cu} <input type="text" value="3.5"/> ‰</p> <p>E_s <input type="text" value="200,000"/> N/mm² f_{cd} <input type="text" value="19.83"/> ‰</p> <p>E_s/E_c <input type="text" value="15"/> f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?</p> <p>ε_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰ σ_{c,adm} <input type="text" value="13.5"/> ‰</p> <p>σ_{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm² τ_{co} <input type="text" value="0.8"/> ‰</p> <p>τ_{c1} <input type="text" value="2.257"/> ‰</p>	<p>M_{xRd} <input type="text" value="347.1"/> kN m</p> <p>σ_c <input type="text" value="-19.83"/> N/mm²</p> <p>σ_s <input type="text" value="391.3"/> N/mm²</p> <p>ε_c <input type="text" value="3.5"/> ‰</p> <p>ε_s <input type="text" value="10.87"/> ‰</p> <p>d <input type="text" value="31.42"/> cm</p> <p>x <input type="text" value="7.654"/> x/d <input type="text" value="0.2436"/> δ <input type="text" value="0.7445"/></p>	<p>Metodo di calcolo</p> <p><input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ <input type="radio"/> S.L.U.- <input type="radio"/> Metodo n</p> <p>Tipo flessione</p> <p><input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata</p> <p>N* rett. <input type="text" value="100"/></p> <p><input type="button" value="Calcola MRd"/> <input type="button" value="Dominio M-N"/></p> <p>L₀ <input type="text" value="0"/> cm <input type="button" value="Col. modello"/></p> <p><input type="checkbox"/> Precompresso</p>															

Si dispone quindi

di armatura φ20/10 superiore e φ20/20 inferiore.

Med/Mrd = 0.97 < 1

Relazione di calcolo impalcato acc/cls L=60

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI 07 09 001	A	80 di 81

15 AZIONI SUGLI APPOGGI ED ESCURSIONI

Si riportano gli scarichi sugli appoggi:

Impalcato 60m	SLU			SLV		
	N _{max} [kN]	T _{l,max} [kN]	T _{t,max} [kN]	N _{max} [kN]	T _{l,max} [kN]	T _{t,max} [kN]
Multidirezionale	6809	-	-	3267	-	-
Unidirezionale long.	7863	-	709	3449	-	8725
Fisso	7863	3045	709	3449	8725	8725
Spostamento long. [mm]	Δlong.	22				
Spostamento trasv. [mm]	Δtrasv.	2				

16 CALCOLO DELLE INCIDENZE DELLE CARPENTERIE METALLICHE E DELLE ARMATURE

Sulla base dei dimensionamenti eseguiti ai precedenti paragrafi, le incidenze di carpenteria metallica e di armatura nella soletta d'impalcato sono:

Incidenza armatura soletta

150 kg/m³

Incidenza carpenteria metallica:

500 kg /m²