

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO CESANO – VIGNA DI VALLE

IV03 - Cavalcaferrovia al km 30+975

Struttura scatolare - Relazione di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NR1J	01	D	29	CL	IV0300	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Serrau <i>F. Serrau</i>	10-2018	M. Mondà G. Passaro <i>M. Mondà</i>	10-2018	T. Paoletti <i>T. Paoletti</i>	10-2018	F. Arduini Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Arduini n. 15840 del 14/10/18 <i>F. Arduini</i>

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

INDICE

1.	PREMESSA	6
2.	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
2.2	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO	8
3.	CARATTERISTICHE MATERIALI	10
3.1	CALCESTRUZZO	10
	3.1.1 <i>Magrone</i>	10
	3.1.2 <i>Calcestruzzo per piedritti e soletta di copertura</i>	10
	3.1.3 <i>Calcestruzzo per soletta di fondazione</i>	11
3.2	ACCIAIO	11
	3.2.1 <i>Acciaio di armatura per c.a.</i>	11
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	13
5.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
6.	MODELLO DI CALCOLO	17
7.	ANALISI DEI CARICHI	20
7.1	PESO PROPRIO (PP)	20
7.2	SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)	20
	7.2.1 <i>Pravimentazione stradale</i>	20
	7.2.2 <i>Peso sicurvia (G2)</i>	21
	7.2.3 <i>Peso veletta (G2)</i>	22
	7.2.4 <i>Peso parapetto (G2)</i>	22
	7.2.5 <i>Peso impianti (G2)</i>	23
7.3	SPINTE DEL TERRENO E DELL'ACQUA (G3)	23
7.4	AZIONI VARIABILE DA TRAFFICO	26

	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.4.1	<i>Definizione delle corsie convenzionali</i>	27
7.4.2	<i>Ripartizione dei carichi concentrati Tandem</i>	27
7.4.3	<i>Configurazioni di carico</i>	29
7.5	AZIONI CENTRIFUGA	34
7.6	AZIONI CLIMATICHE	36
7.6.1	<i>Azioni termiche uniformi (TU)</i>	36
7.6.2	<i>Azioni termiche differenziali (TF)</i>	37
7.6.3	<i>Ritiro</i>	38
7.7	CARICO DEL VENTO	40
7.8	AZIONI SISMICHE	45
7.8.1	<i>Forze d'inerzia orizzontali (Sisma H)</i>	53
7.8.2	<i>Forze d'inerzia verticali (Sisma V)</i>	54
7.9	VEICOLI IN SVIO	55
8.	COMBINAZIONI DI CARICO	56
9.	RISULTATI DELLE ANALISI	58
9.1	SOLLECITAZIONI SOLETTA SUPERIORE – INCASTRO (S1)	63
9.1.1	<i>SLU</i>	63
9.1.2	<i>SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanenti</i>	63
9.2	SOLLECITAZIONI SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA (S2)	64
9.2.1	<i>SLU</i>	64
9.2.2	<i>SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente</i>	64
9.3	SOLLECITAZIONI PIEDRITTO –INCASTRO (S3)	66
9.3.1	<i>SLU</i>	66
9.3.2	<i>SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente</i>	66
9.4	SOLLECITAZIONI PIEDRITTO –SPICCATO (S4)	67

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.4.1	SLU.....	67
9.4.2	SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente.....	67
9.5	SOLLECITAZIONI PIEDRITTO –MEZZERIA (S5).....	69
9.5.1	SLU.....	69
9.5.2	SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente.....	69
9.6	SOLLECITAZIONI SOLETTA INFERIORE –INCASTRO (S6).....	70
9.6.1	SLU.....	70
9.6.2	SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente.....	71
9.7	SOLLECITAZIONI SOLETTA INFERIORE –MEZZERIA (S7).....	72
9.7.1	SLU.....	72
9.7.2	SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente.....	72
10.	VERIFICHE.....	73
10.1	CRITERI DI VERIFICA.....	73
10.2	STATI LIMITE ULTIMI.....	73
10.3	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	75
10.4	S1 SOLETTA SUPERIORE – APPOGGIO.....	78
10.5	S2 SOLETTA SUPERIORE – MEZZERIA.....	85
10.6	S3 PIEDRITTO – INCASTRO.....	92
10.7	S4 PIEDRITTO – SPICCATO.....	99
10.8	S5 PIEDRITTO – MEZZERIA.....	106
10.9	S6 SOLETTA DI FONDAZIONE – APPOGGIO.....	113
10.10	S7 SOLETTA DI FONDAZIONE – MEZZERIA.....	120
10.11	SBALZO SOLETTA.....	127
10.12	CAPACITA PORTANTE.....	134
10.13	ARMATURA LONGITUDINALE.....	138

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NR1J</p>	<p>LOTTO</p> <p>01 D 29</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>IV0300 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>5 di 155</p>

10.14	INCIDENZA ARMATURA	139
11.	ALLEGATI.....	140
11.1	ALLEGATO 1 – COMBINAZIONI SLU	140
11.2	ALLEGATO 1 – COMBINAZIONI SLE.....	143
11.3	ALLEGATO 1 – COMBINAZIONI SLV E SVIO.....	146
11.4	ALLEGATO 1 – COMBINAZIONI INVLUPO.....	147

	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A	FOGLIO 6 di 155

1. PREMESSA

Il progetto delle opere d'arte è stato redatto sulla base delle impostazioni ed esigenze espresse dal progetto della viabilità, uniformandosi a quest'ultimo per quanto riguarda ubicazione ed ampiezza del cavalcavia, oltre che, ovviamente, per quanto concerne le rispettive caratteristiche planimetriche ed altimetriche, riservando particolare attenzione ai franchi orizzontali e verticali minimi prescritti dalla normativa vigente.

In particolare la presente relazione riporta il dimensionamento delle strutture scatolari in calcestruzzo armato gettato in opera previste nelle rampe di accesso al cavalcaferrovia stradale IV02 avente una larghezza della carreggiata 9.00 m. Lo scavalco è composto da un cavalcavia a tre campate in c.a.p. a luci uguali pari a 25m e con pile e spalle fondate su fondazioni profonde. Al fine di limitare gli scarichi sui terreni di fondazione dei rilevati stradali in terra si è deciso di ridurre la dimensione e lunghezza dei rilevati stessi sostituendoli con rampe di approccio in struttura scatolare.

La presente relazione ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.).

	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE					
	PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	7 di 155

2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono effettuate in accordo con le prescrizioni di seguito elencate è conformi alle normative vigenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- ✓ Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3. Corpo stradale, e relativi allegati (A, B, C, D, E)
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- ✓ Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- ✓ 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
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

2.2 Elaborati di progetto di riferimento

IV03 - Relazione tecnica descrittiva	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	R	O	I	V	0	3	0	0	0	0	1	A
IV03- Planimetria di progetto	1:500	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	8	I	V	0	3	0	0	0	0	1	A
IV03 - Relazione di calcolo impalcato	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	7	0	0	1	A
IV03 - Relazione di calcolo struttura scatolare	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	0	0	0	1	A
IV03 - Relazione di calcolo muro di sostegno km 0+314.99 al km 0+350.82	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	0	0	0	2	A
IV03 - Relazione di calcolo spalla A	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	4	0	0	1	A
IV03 - Relazione di calcolo spalla B	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	4	0	0	2	A
IV03 - Relazione di calcolo pila	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	I	V	0	3	0	5	0	0	1	A
IV03 - Fasi costruttive Tav. 1/2	1:500	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	3	A
IV03 - Fasi costruttive Tav. 2/2	1:500	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	4	A
IV03 - Scavi, demolizioni - Pianta e sezioni	1:200	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	1	A
IV03 - Pianta fondazioni, pianta impalcato, prospetto e sezione longitudinale Tav. 1/2	1:200	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	2	A
IV03 - Pianta fondazioni, pianta impalcato, prospetto e sezione longitudinale Tav. 122	1:200	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	3	A
IV03 - Carpenteria impalcato	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	7	0	0	1	A
IV03 - Carpenteria Spalla A	1:50	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	4	0	0	1	A
IV03 - Carpenteria Spalla B	1:50	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	4	0	0	2	A
IV03 - Carpenteria Pila P1	1:50	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	5	0	0	1	A
IV03 - Carpenteria Pila P2	1:50	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	5	0	0	2	A

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	9 di 155

IV03 - Sezione tipo struttura scatolare	1:50	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	5	A
IV03 - Muro di sostegno km 0+314.99 - km 0+350.82	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	6	A
IV03 - Apparecchi d'appoggio e giunti	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	1	A
IV03 - Particolari costruttivi	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	B	Z	I	V	0	3	0	0	0	0	2	A

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

3. CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Magrone

Classe di resistenza = C12/15

3.1.2 Calcestruzzo per piedritti e soletta di copertura

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C32/40

R_{ck} = resistenza cubica = 40.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 32.0 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 40.0 N/mm²

f_{cd} = resistenza di calcolo a compressione = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ = 0.85 * 32/1.5 = 18.1 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 * $f_{ck}^{(2/3)}$ = 3.02 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 * f_{ctm} = 3.63 N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 * f_{ctm} = 2.12 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 * $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33345 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = 0.6 * f_{ck} = 19.2 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = 0.45 * f_{ck} = 14.4 N/mm²

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

3.1.3 Calcestruzzo per soletta di fondazione

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C25/30

R_{ck} = resistenza cubica = 30.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 24.9 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 33.0 N/mm²

f_{cd} = resistenza di calcolo a compressione = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ = 0.85 * 25/15 = 14.16 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 * $f_{ck}^{(2/3)}$ = 2.56 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 * f_{ctm} = 3.08 N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 * f_{ctm} = 1.79 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 * ($f_{cm}/10$)^{0.3} = 31475 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = 0.6 * f_{ck} = 15.0 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = 0.45 * f_{ck} = 11.25 N/mm²

3.2 Acciaio

3.2.1 Acciaio di armatura per c.a.

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

$f_{y\ nom}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

$f_{t\ nom}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

$f_{yk\ min}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

$f_{tk\ min}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

$(f_t/f_y)_{k\ min}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k\ max}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A	FOGLIO 12 di 155

$(f_y/f_{y,nom})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

$(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

φ_{min} = minimo diametro consentito delle barre = 6 mm

φ_{max} = massimo diametro consentito delle barre = 40 mm

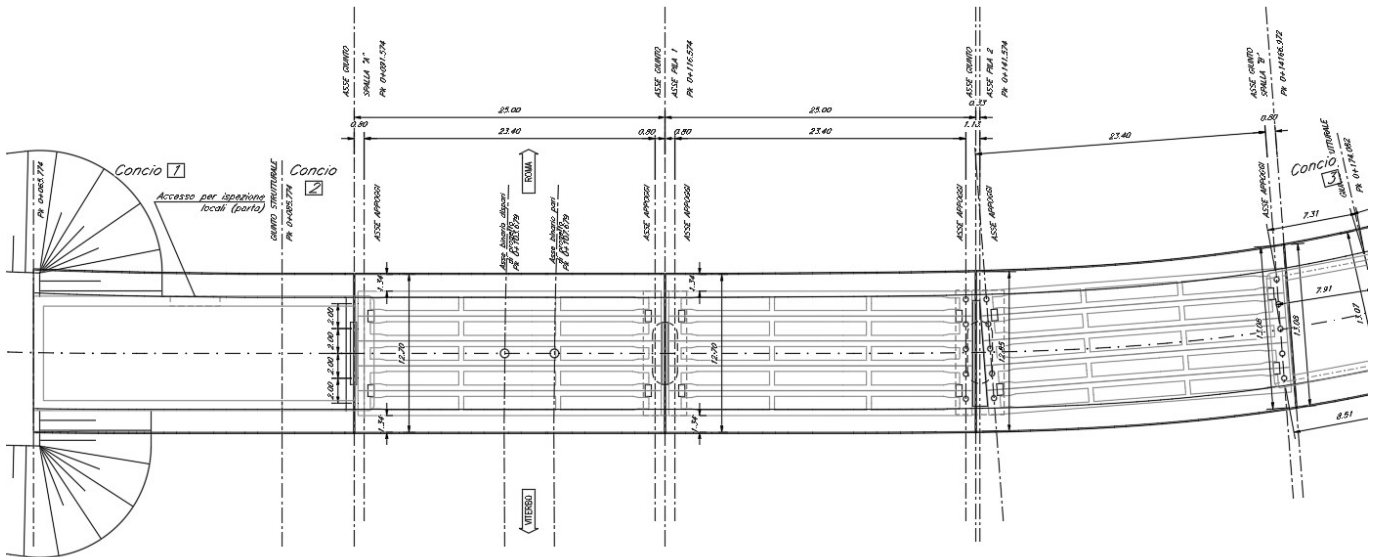
E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

α_T = coefficiente di dilatazione termica = 0.00001 °C⁻¹

Qualora la classe di resistenza del calcestruzzo adottata per le analisi di calcolo e per le verifiche dei vari elementi strutturali risulti inferiore a quella indicata nel documento *Tabella Materiali e Note Generali – NR1J01D29EPOC0000001A* è da ritenere valido quanto indicato in quest'ultimo documento cioè in *Tabella Materiali e Note Generali – NR1J01D29EPOC0000001A*.

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il cavalcaferrovia in oggetto risulta sostanzialmente costituito da rampe scatolari in c.a. di approdo all'opera di scavalco della sede ferroviaria costituita da un viadotto a quattro campate a struttura in c.a.p. di luce pari a 1x20.00 m, 2x18.17 m e 2x22.00 m . Le rampe di approdo all'opera di scavalco sono realizzate mediante strutture scatolari in conglomerato cementizio armato gettato in opera. La semilarghezza netta interna della generica sezione trasversale è 7.60m . L'altezza interna risulta variabile da 6.31 m a 11.59 m. Lo spessore della soletta superiore è 0.80m, dei piedritti è pari a 0.80m e del solettone di fondo è pari a 1.00m. I due marciapiedi laterali ricadono invece su solette a sbalzo dallo scatolare di luce di 1.75m. Il manufatto è suddiviso in conci aventi lunghezza massima di circa 20.0m. Una parete trasversale di chiusura separa il primo concio dal rilevato di approdo alla rampa. Il dimensionamento è stato condotto con riferimento al concio 4 considerando un'altezza di calcolo pari a 13.40 m ed una struttura piana rappresentativa di una striscia trasversale dell'opera avente lunghezza pari a 1.0m.



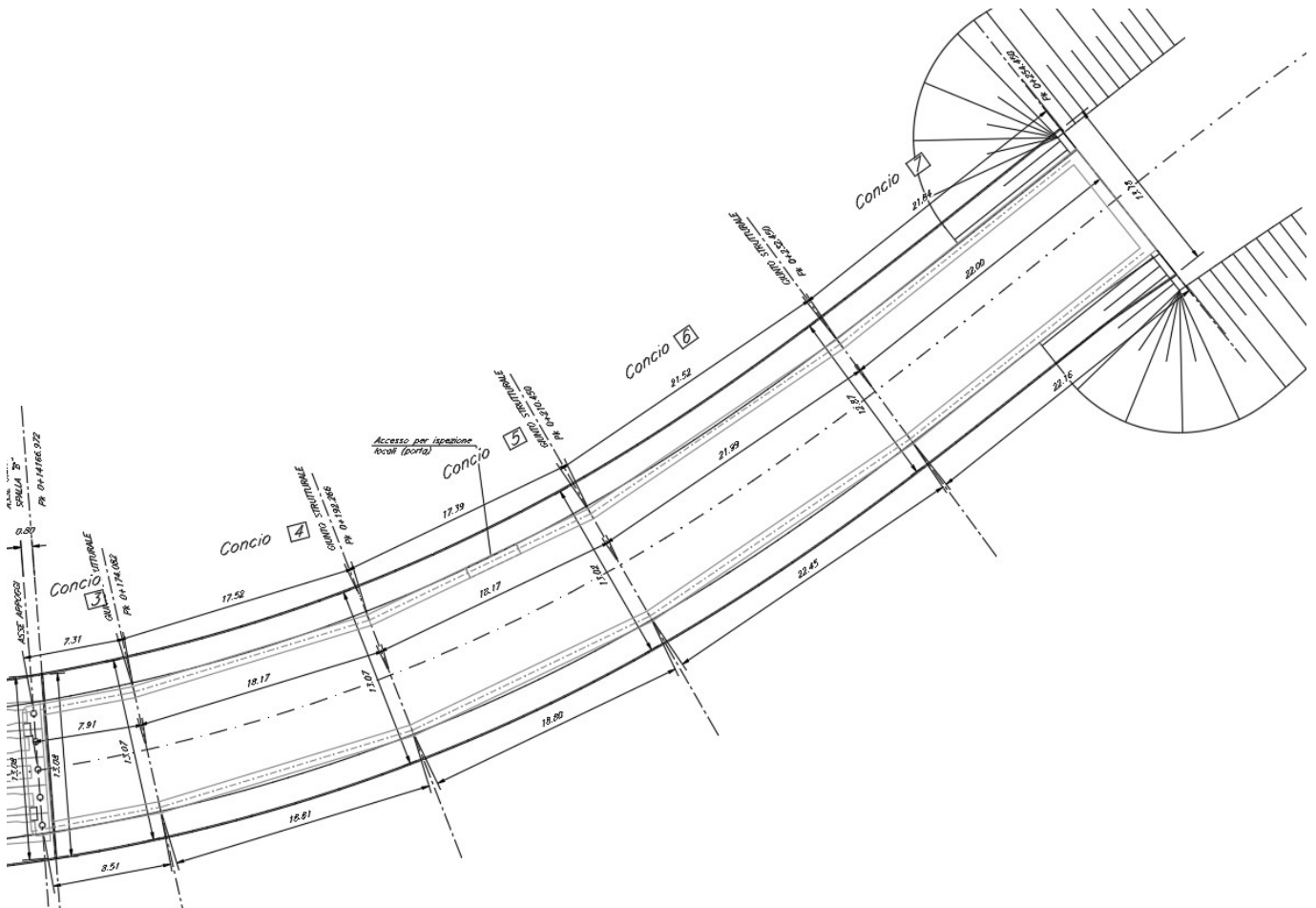


Fig. 1 – Planimetria generale con inquadramento dell'opera

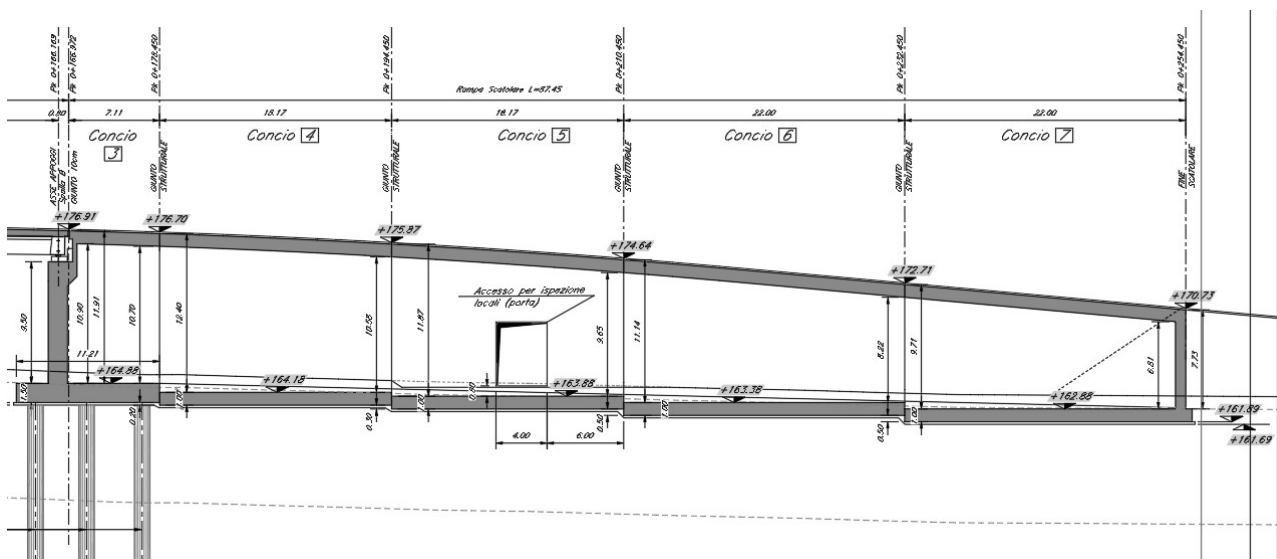


Fig. 2 – Sezione longitudinale

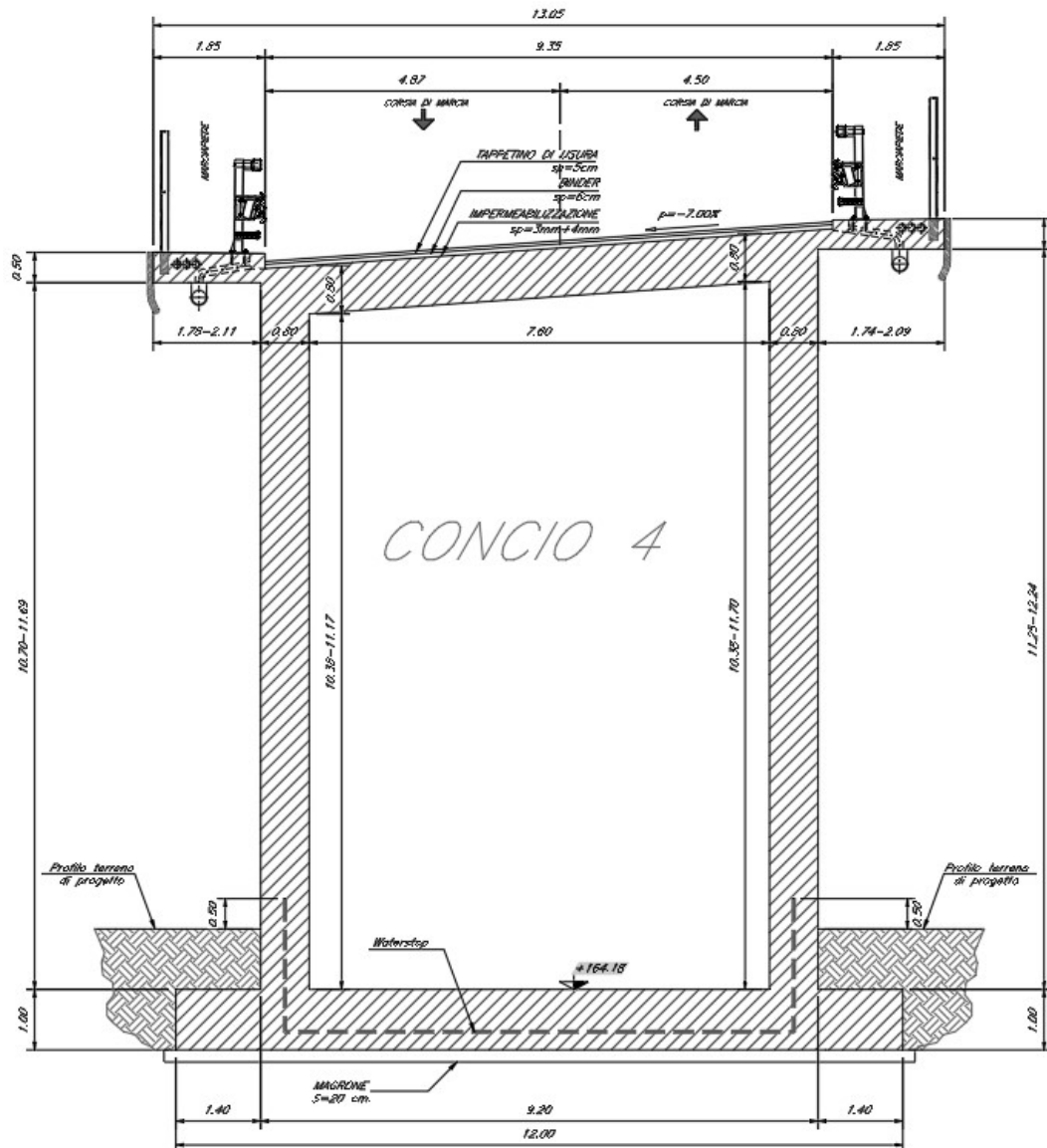


Fig. 3 – Sezione trasversale di calcolo – sezione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si riporta l'estratto dell'elaborato Relazione Geotecnica [NR1J00D29GEGE0005001A] di cui si riporta un estratto per i dati geotecnici di interesse.

Tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo:

Modello geotecnico n° 3, dalla pk 29+900 alla pk 31+300:

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	Peso di volume γ [kN/m ³]	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°)	C' (kPa)	Modulo elastico Eop (MPa)
1	0.00	1.00	Terreno vegetale	15.00	-	-	-	-
2	1.00	10.00	Limo sabbioso	17.00	GG	26	10	15
3	10.00	24.00	Depositi vulcanici - Sabbia limosa argillosa addensata	16.00	GG	30	0	25
4	24.00	30.00	Roccia debolmente alterata e fratturata con livelli di piroclastite alterata	27.00	R	40	-	5300
Falda: 10.70 m b.f								
Categoria di suolo: C								

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

6. MODELLO DI CALCOLO

La struttura viene schematizzata con un modello di calcolo a telaio chiuso su un letto di molle alla Winkler mediante un'analisi elastico-lineare svolta con il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v.20.1 (Computers and Structures®).

Gli elementi frame che schematizzano il telaio piano hanno una sezione rettangolare di larghezza 1.0m ed altezza pari a:

- soletta superiore $h = 0.80\text{m}$
- piedritti $h = 0.80\text{ m}$
- soletta di fondazione $h = 1.00\text{ m}$

Il modulo elastico del materiale assegnato agli elementi asta è assunto:

- Struttura in elevazione $E = 33346\text{ N/mm}^2$: $\text{cls Rck} = 40\text{N/mm}^2$
- Soletta di fondazione $E = 31476\text{ N/mm}^2$: $\text{cls Rck} = 30\text{N/mm}^2$

Nelle successive figure si riporta lo schema di calcolo adottato con la numerazione dei nodi (Figura 4) .

L'opera è stata considerata vincolata alla base mediante dei vincoli fissi a simulare la presenza dei pali di fondazione.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	18 di 155

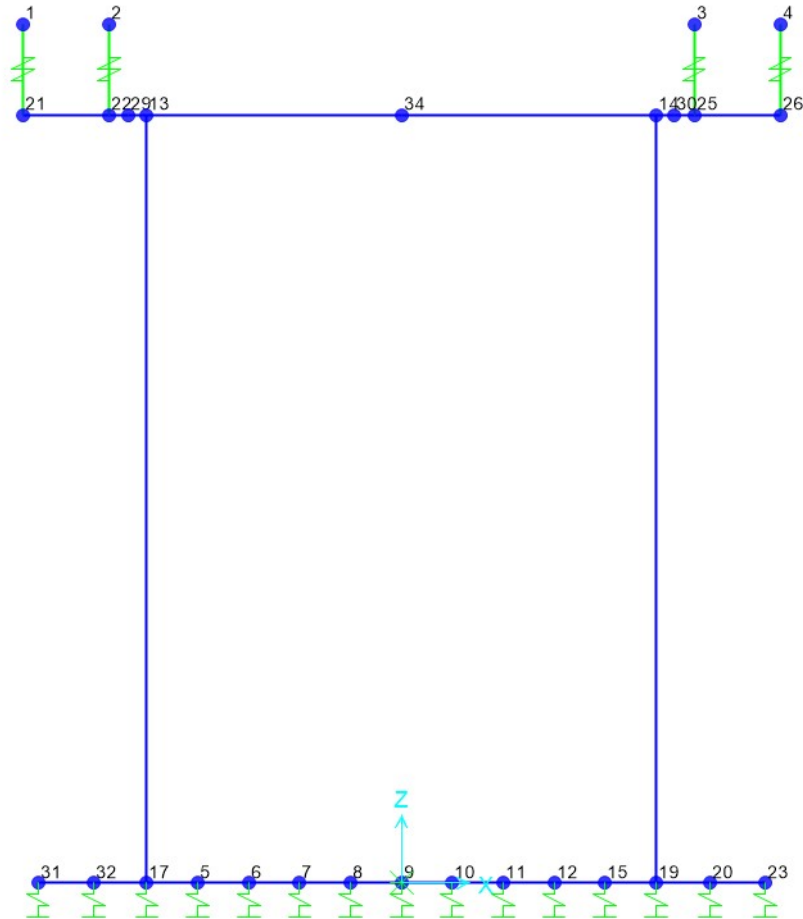


Fig. 4 – Modello di calcolo – numerazione dei nodi

TABLE 1 : Joint Coordinates					
Joint	CoordSys	CoordType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ
Text	Text	Text	m	m	m
1	GLOBAL	Cartesian	-6.25	0	14.01
2	GLOBAL	Cartesian	-4.82	0	14.01
3	GLOBAL	Cartesian	4.83	0	14.01
4	GLOBAL	Cartesian	6.25	0	14.01
5	GLOBAL	Cartesian	-3.36	0	0
6	GLOBAL	Cartesian	-2.52	0	0
7	GLOBAL	Cartesian	-1.68	0	0
8	GLOBAL	Cartesian	-0.84	0	0
9	GLOBAL	Cartesian	-1.776E-15	0	0
10	GLOBAL	Cartesian	0.84	0	0
16	GLOBAL	Cartesian	1.68	0	0
17	GLOBAL	Cartesian	2.52	0	0
18	GLOBAL	Cartesian	-4.2	0	12.51

RELAZIONE DI CALCOLO

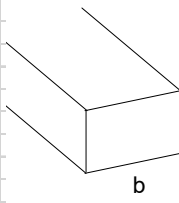
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	19 di 155

19	GLOBAL	Cartesian	4.2	0	12.51
20	GLOBAL	Cartesian	3.36	0	0
21	GLOBAL	Cartesian	-4.2	0	0
22	GLOBAL	Cartesian	4.2	0	0
25	GLOBAL	Cartesian	5.1	0	0
26	GLOBAL	Cartesian	-6.25	0	12.51
29	GLOBAL	Cartesian	-4.82	0	12.51
30	GLOBAL	Cartesian	6	0	0
31	GLOBAL	Cartesian	4.83	0	12.51
32	GLOBAL	Cartesian	6.25	0	12.51
33	GLOBAL	Cartesian	-4.5	0	12.51
34	GLOBAL	Cartesian	4.5	0	12.51

La fondazione è appoggiata su un insieme di molle elastiche che simulano la risposta del terreno di fondazione sottostante (molle alla Winkler calibrate sul modello geotecnico del terreno).

Per la modellazione del terreno si considera la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

Per cui risulta:	$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[3]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$	
E=	15000 kN/mq	elastico del terreno
ν =	0.3	coeff. di Poisson
trave di fondazione		
b=	1 m	dimensione trasversale trave
h=	1 m	altezza trave
J=	0.083333 m ⁴	inerzia trave
Rck=	30 Mpa	
Ec=	31220186 kN/mq	modulo di elasticità cls
K=	6972 kN/mc	modulo di reazione lineare sulla trave



La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno struttura.

Per la rigidezza delle molle, nel caso in esame, si assume un valore del modulo di reazione verticale $K_s=6972 \text{ kN/m}^3$.

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$K_{\text{centrale}} = K_s \times 0.84 = 5819.52 \text{ kN/m}$$

$$K_7 = K_8 = K_9 = K_{10} = K_{11} = 5856.48 \text{ kN/m}$$

I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_{17} = K_{19} = K_s \times (0.9/2) = 3137.4 \text{ kN/m}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

I valori delle molle sotto i piedritto si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_{17} = K_{19} = 2 \times K_s \times (0.84/2 + 0.9/2) = 12131.3 \text{ kN/m}$$

Ed infine i valori delle molle nei nodi 5, 6, 12 e 15 come da letteratura si assumono:

$$K_5 = K_6 = K_{12} = K_{15} = K_{32} = K_{20} = 1.5 \times K_{\text{centrale}} = 8784.7 \text{ kN/m}$$

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio (PP)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$.

7.2 Sovraccarico permanente (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore medio del massetto delle pendenze $s_b = 0.15\text{m}$ con peso per unità di volume $\gamma_b = 20.00\text{kN/m}^3$. Nel caso presente, non è presente un ricoprimento

7.2.1 Pravimentazione stradale

Sul solettone superiore si considera uno spessore di pavimentazione stradale pari a 0.12m con peso di unità di volume $\gamma_{\text{pav_str}} = 20.00\text{kN/m}^3$.

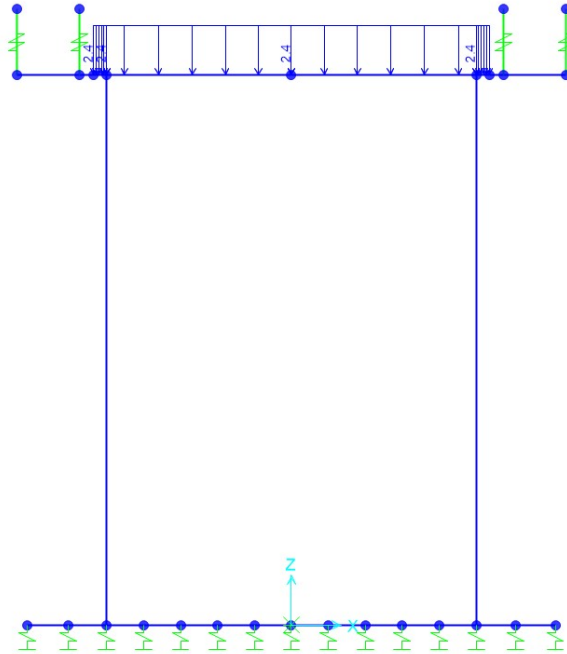


Fig. 5 – G2_Pavimentazione

7.2.2 Peso sicurvia (G2)

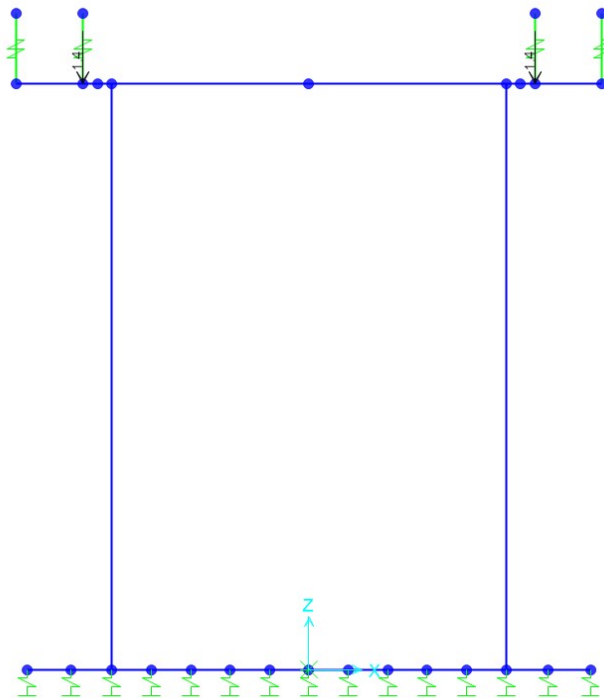


Fig. 6 – G2_Sicurvia

7.2.3 Peso veletta (G2)

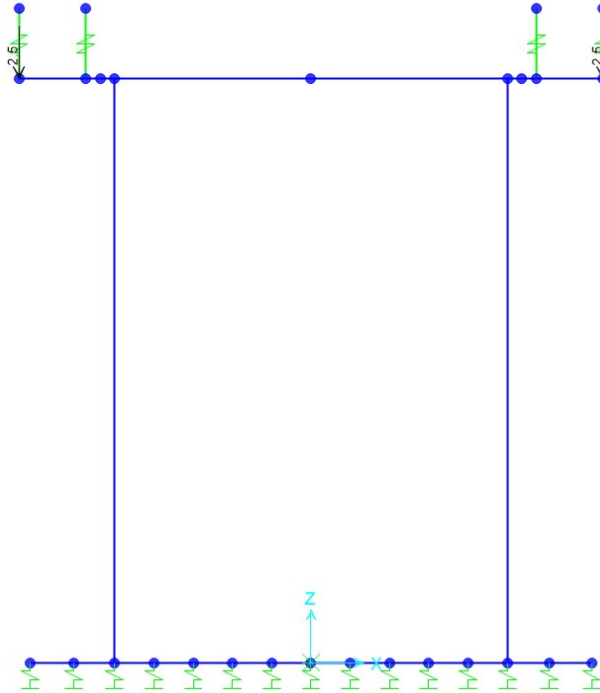


Fig. 7 – G2_Veletta

7.2.4 Peso parapetto (G2)

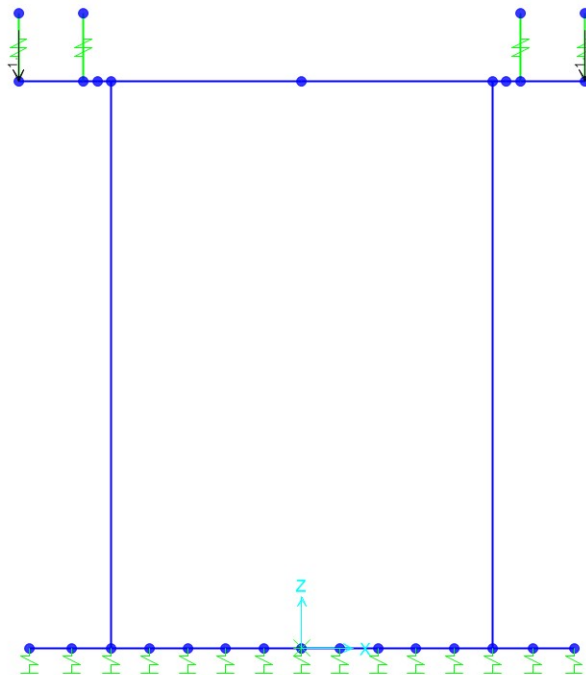


Fig. 8 – G2_Parapetto

7.2.5 Peso impianti (G2)

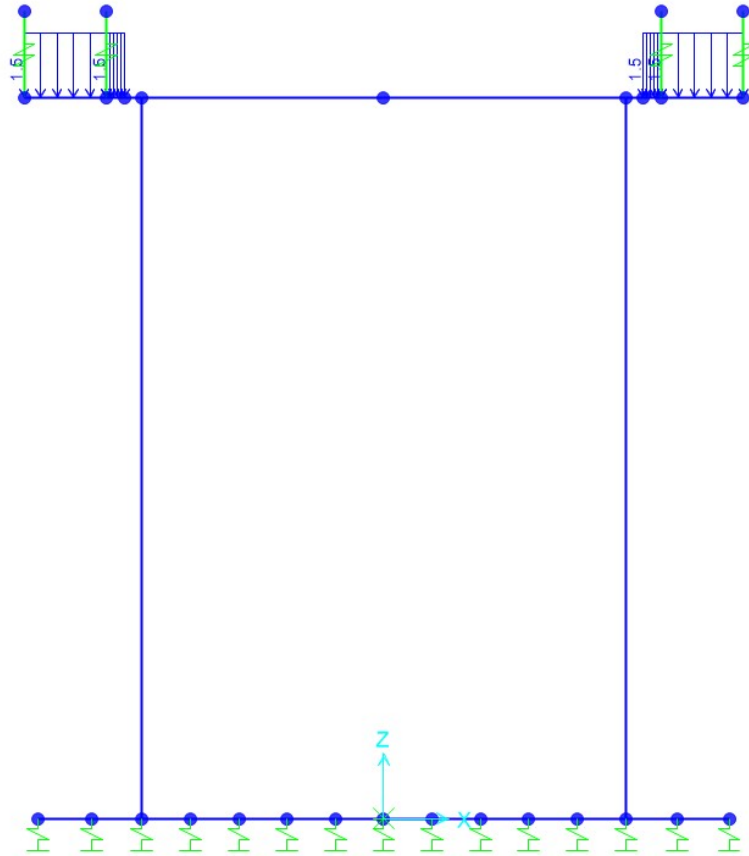


Fig. 9 – G2_Impinati

7.3 Spinte del Terreno e dell'acqua (G3)

Sulle pareti laterali si considera la spinta del terreno valutata in condizioni di spinta in quiete assumendo per il terreno un peso di unità di volume $\gamma_{\text{ter}} = 17.00 \text{ kN/m}^3$ e un angolo di attrito pari a 26° .

$$K_0 = 1 - \sin\phi = 0.5616$$

$$P = \gamma \cdot h \cdot K_0 = 17 \cdot 1.9 \cdot 0.5616 = 18.14 \text{ kN/m}$$

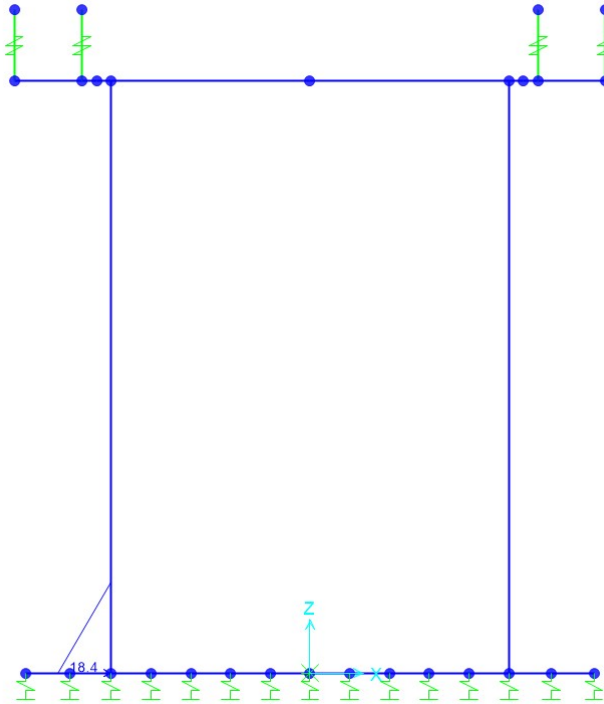


Fig. 10 – G3 Spinta terreno in SX

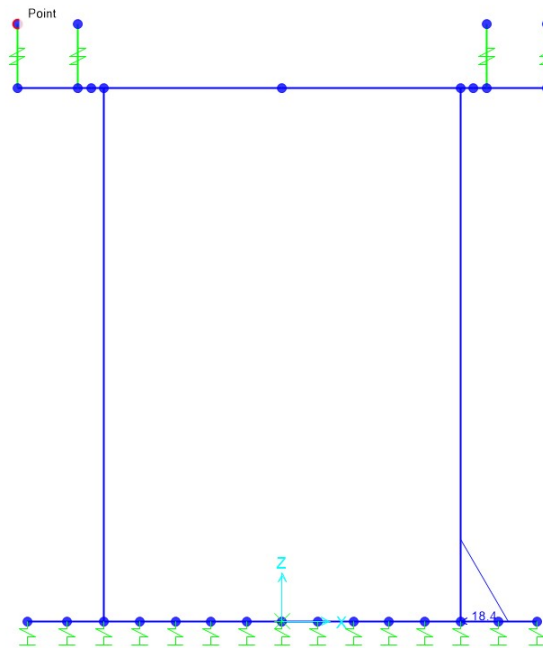


Fig. 11 – G3 Spinta terreno in DX

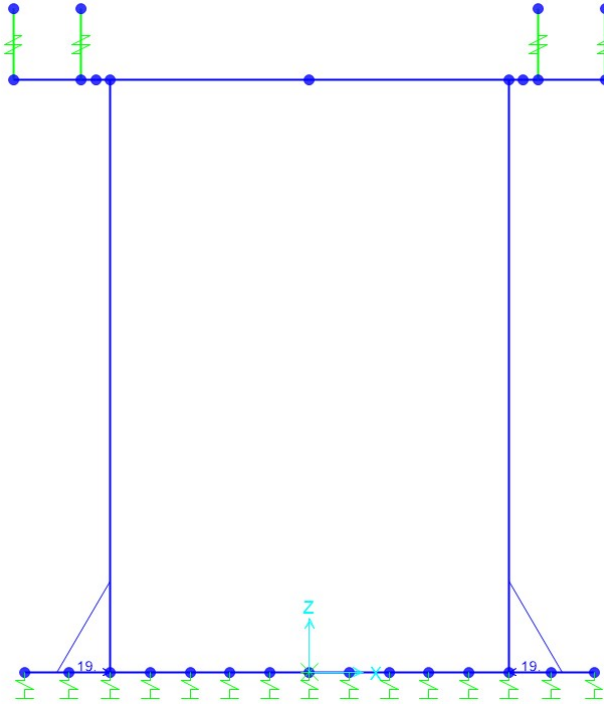


Fig. 12 – G3 Spinta dell'acqua orizzontale

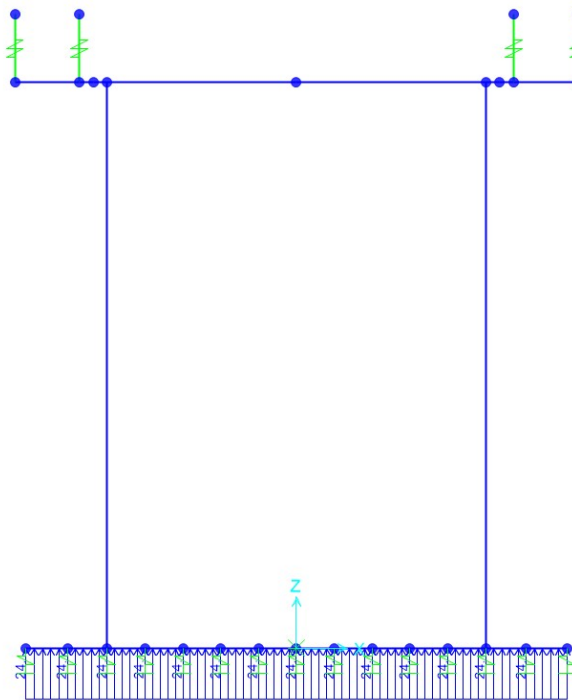


Fig. 13 – G3 Spinta dell'acqua Verticale

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.4 Azioni variabile da traffico

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2018 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di 1° categoria di seguito riportati:

- prima colonna di carico costituita da due carichi assiali $Q_{1k} = 300\text{kN}$ e un carico uniformemente distribuito $q_{1k} = 9\text{kN/m}^2$ su una larghezza convenzionale pari a 3.00m;
- seconda colonna di carico, analoga alla precedente, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{2k} = 200\text{kN}$ e $q_{2k} = 2.5\text{kN/m}^2$;
- terza colonna di carico, analoga alla precedente, ma con carichi rispettivamente pari a $Q_{3k} = 100\text{kN}$ e $q_{3k} = 2.5\text{kN/m}^2$;
- quarta colonna di carico e/o area rimanente costituita da un carico uniformemente distribuito pari a $q_{rk} = 2.5\text{kN/m}^2$.

I valori dei carichi stradali forniti dalle vigenti NTC2018 sono già comprensivi degli incrementi di natura dinamica. La dimensione delle impronte dei carichi tandem e la loro posizione relativa sono:

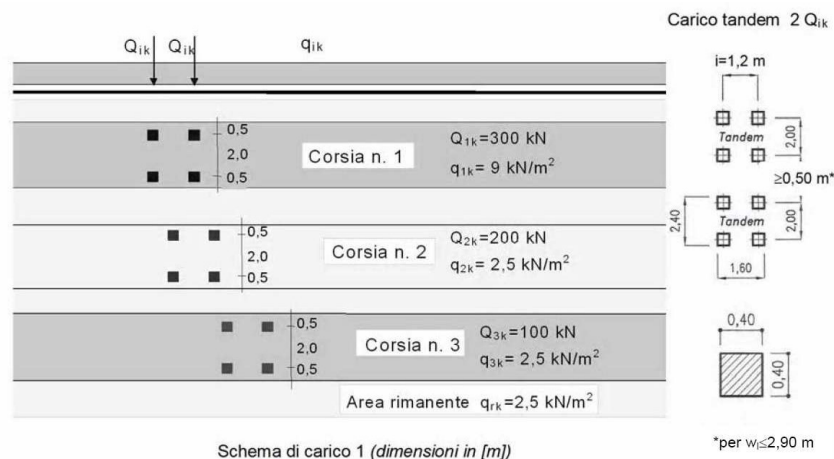


Fig. 14 – NTC08- schema di carico 1

	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.4.1 Definizione delle corsie convenzionali

In relazione alle dimensioni della carreggiata sono state considerate n° 3 “corsie convenzionali” da 3m. I sovraccarichi mobili sono considerati nelle diverse disposizioni longitudinali e trasversali atte a generare le massime sollecitazioni nelle sezioni di verifica.

7.4.2 Ripartizione dei carichi concentrati Tandem

I carichi concentrati mobili (carico tandem) sono ripartiti sull’impalcato mediante una diffusione a 45° in direzione longitudinale e trasversale a partire dall’estradosso della pavimentazione stradale fino alla linea d’asse della soletta.

Si riporta nella figura seguente lo schema delle impronte di carico e delle zone interessate dalla diffusione alla profondità $d = 0.12 \text{ m} + 0.80/2 \text{ m} = 0.52 \text{ m}$ dal piano stradale.

Le larghezze di diffusione della coppia di carichi concentrati su due assi in tandem valgono:

- dir. Longitudinale $L_{\text{long}} = 1.2\text{m} + 2x (0.40\text{m}/2 + 0.12 \text{ m} + 0.80\text{m}/2) = 2.64 \text{ m}$
- dir. Trasversale $L_{\text{trasm}} = 2 \times 0.12 + 0.4 + 0.8 = 1.44\text{m}$

Il carico tandem $2 Q_{ik}$ determina pertanto un carico uniformemente distribuito sull’asse della soletta di intensità pari a

- $q = 150 \text{ kN} / (1.44 \text{ m} \times 1.44 \text{ m}) = 72.33 \text{ kPa}$ corsia 1
- $q = 100 \text{ kN} / (1.44 \text{ m} \times 1.44 \text{ m}) = 48.23 \text{ kPa}$ corsia 2
- $q = 50 \text{ kN} / (1.44 \text{ m} \times 1.44 \text{ m}) = 24.11 \text{ kPa}$ corsia 3

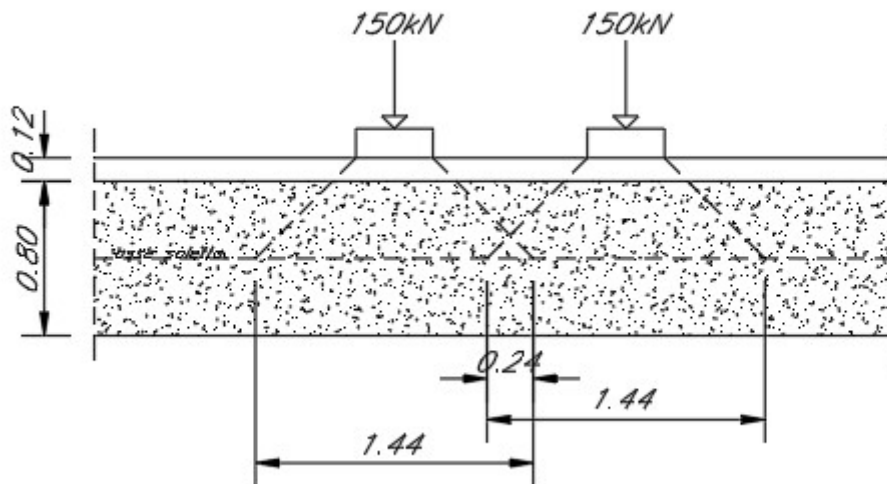


Fig. 15 – Diffusione del carico stradale tandem in direzione longitudinale

Nella striscia in direzione longitudinale di 1 metro il tratto di sovrapposizione risulta pari a:

$$L_{\text{sovr}} = 0.24 \text{ cm}$$

Tenendo quindi in conto la sovrapposizione longitudinale delle impronte di carico diffuse, il carico ripartito trasversalmente sull'elemento soletta risulta pari a : $Q = q \times 0.12 + 2q \times 0.24$

da cui:

$$Q = 72.33 \times 0.76 + 2 \times 72.33 \times 0.24 = 89.68 \text{ KN/m} \quad \text{corsia 1}$$

$$Q = 48.23 \times 0.76 + 2 \times 48.23 \times 0.24 = 59.81 \text{ KN/m} \quad \text{corsia 2}$$

$$Q = 24.11 \times 0.76 + 2 \times 24.11 \times 0.24 = 29.90 \text{ KN/m} \quad \text{corsia 3}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

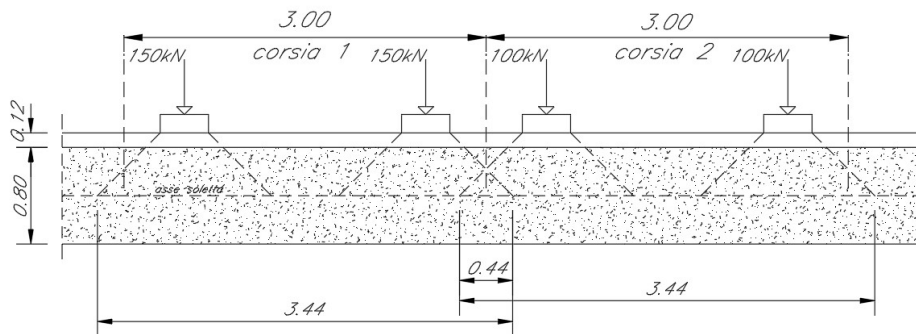


Fig. 16 – Diffusione del carico stradale tandem direzione trasversale

7.4.3 Configurazioni di carico

Per massimizzare gli effetti del carico mobile in termini di sollecitazioni flettenti e taglio sugli elementi strutturali, sono state definite due distinte configurazioni di carico.

La prima, massimizza il momento flettente sul traverso superiore della struttura; si ottiene disponendo i carichi tandem di tutte le corsie convenzionali disposte affiancate e centrate rispetto l'asse di simmetria verticale della struttura. Ai carichi tandem si sovrappone il carico distribuito di intensità pari a 9.00 kN/m² sulla corsia 1 e 2.50 kN/m² sulla corsia 2 e 3.

La seconda configurazione massimizza la sollecitazione di taglio sul traverso superiore della struttura; le corsie convenzionali sono disposte affiancate ed allineate con il filo interno del piedritto destro. Ai carichi tandem si sovrappone il carico distribuito di intensità pari a 9.00 kN/m² sulla corsia 1 e pari a 2.5 kN/m² sulla corsia 2.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	30 di 155

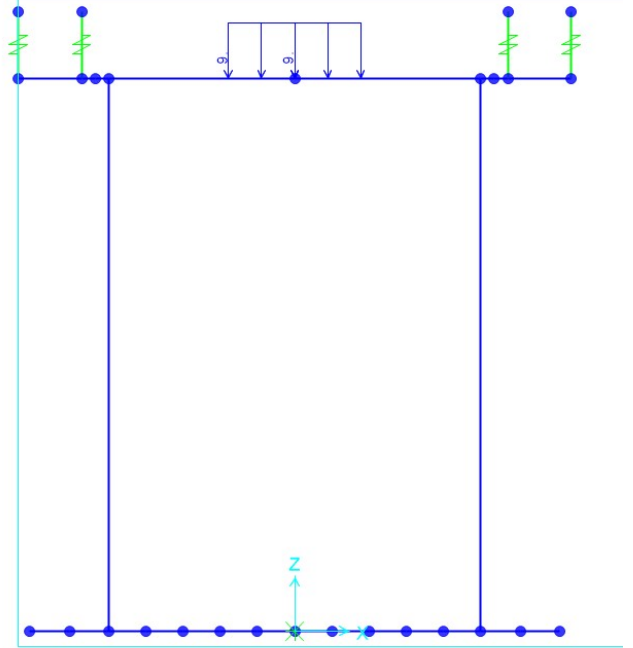
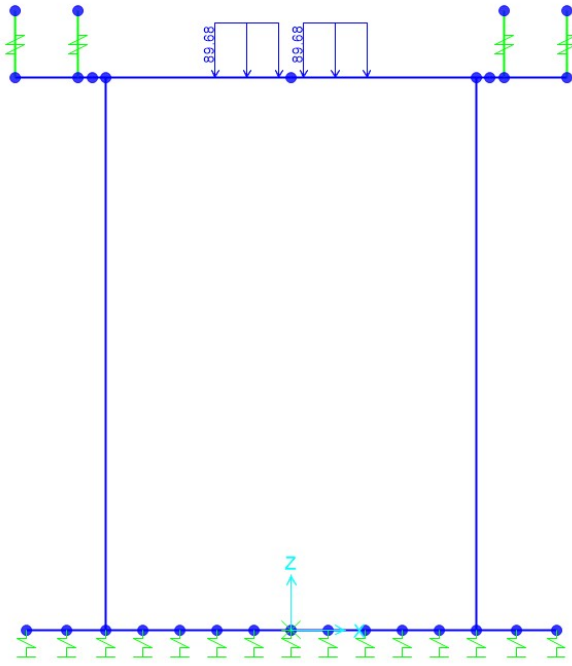


Fig. 17 – Q_tr_S1_C1_Ruota: Carico tandem e carico distribuito Corsia 1

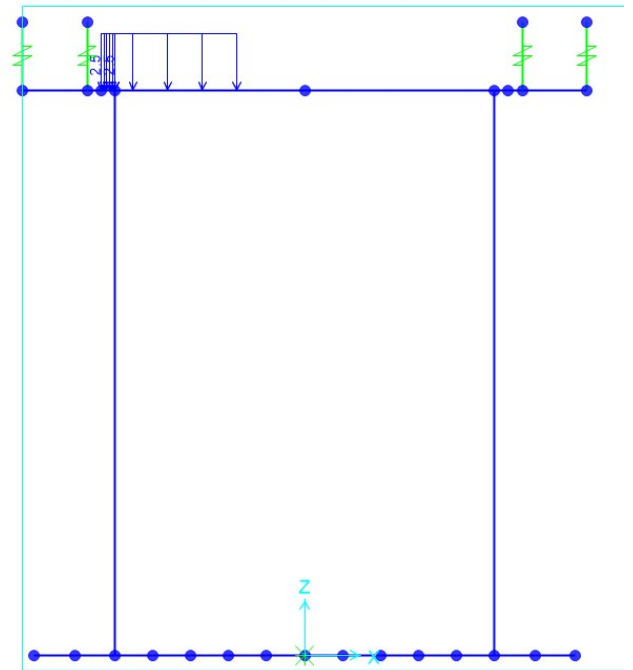
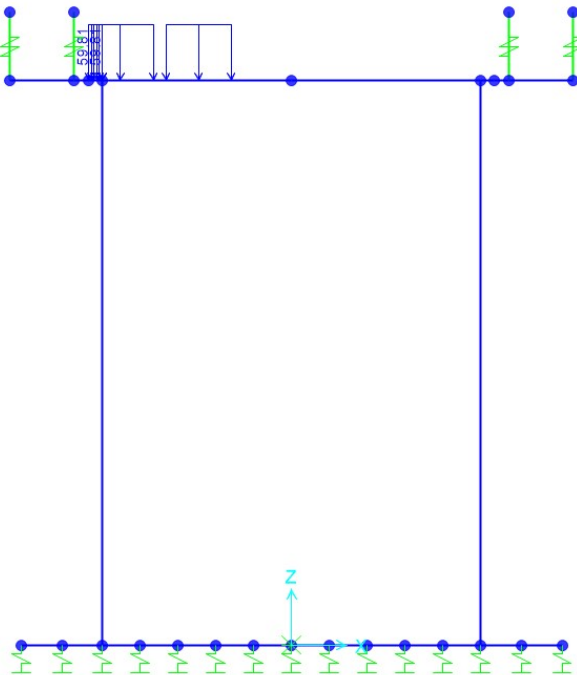


Fig. 18 – Q_tr_S1_C2_Ruota: Carico tandem e carico distribuito Corsia 2

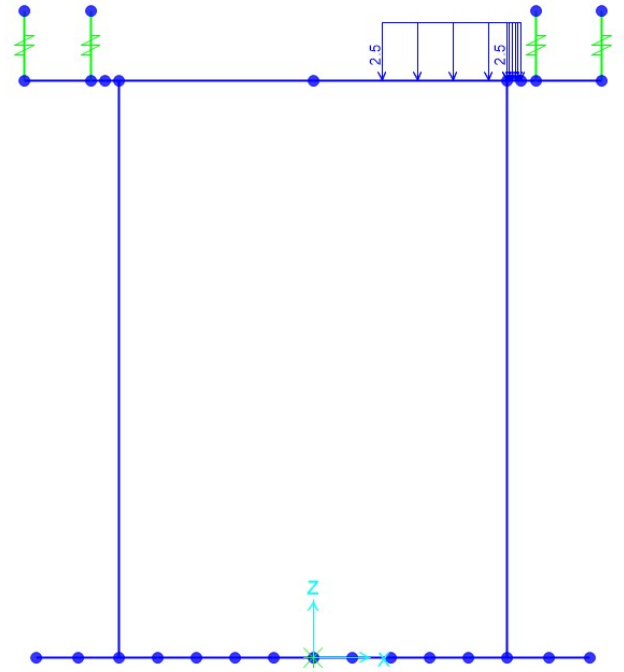
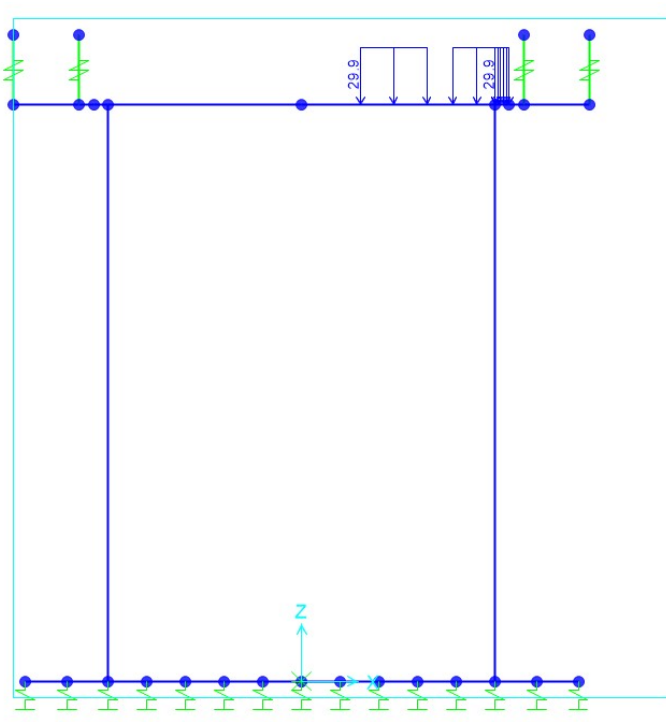


Fig. 19 – Q_tr_S1_C3_Ruota: Carico tandem e carico distribuito Corsia 3

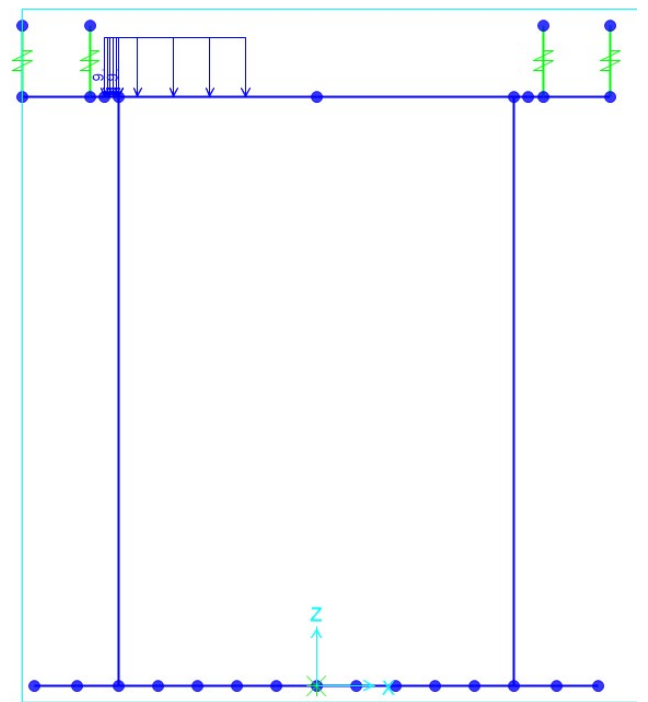
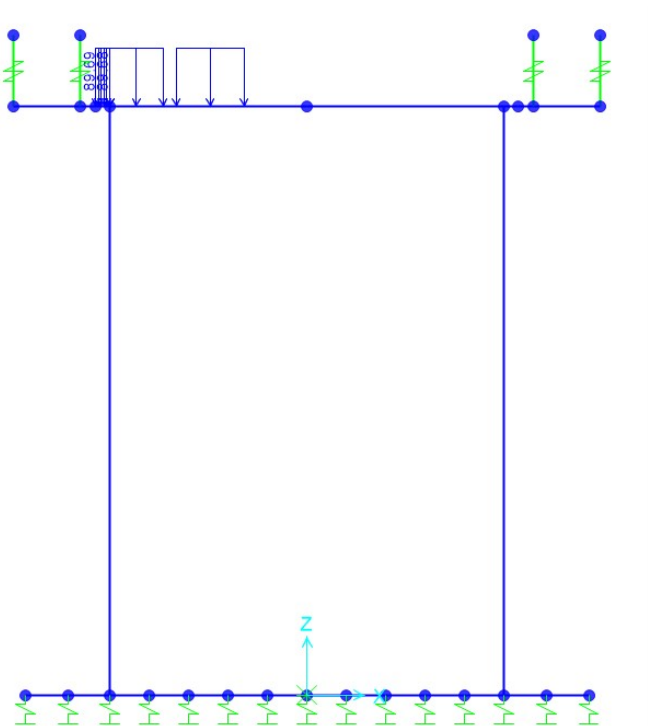


Fig. 20 – Q_tr_S1_C1_Ruota_INC: Carico tandem e carico distribuito Corsia 1 all'incastro piedritto

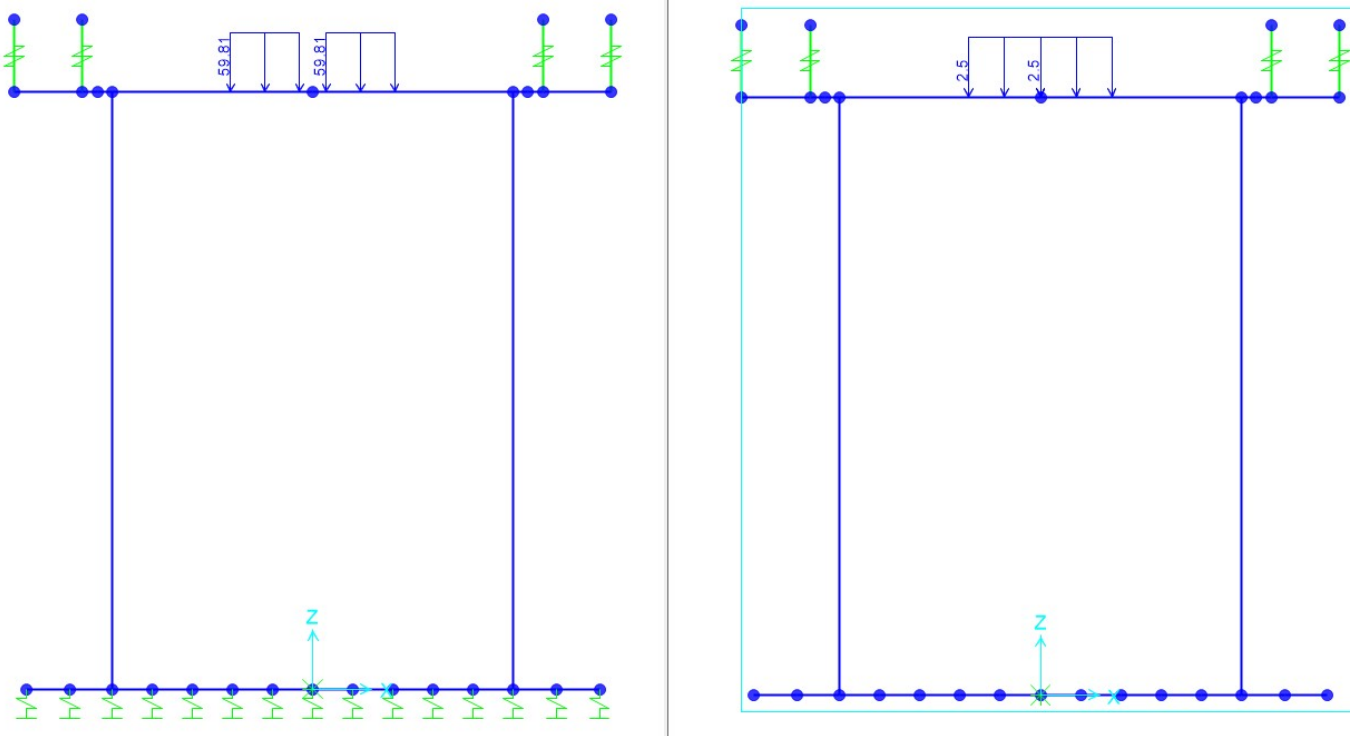


Fig. 21 – Q_tr S1_C2_Ruota_INC: Carico tandem e carico distribuito Corsia 2
all'incastro piedritto

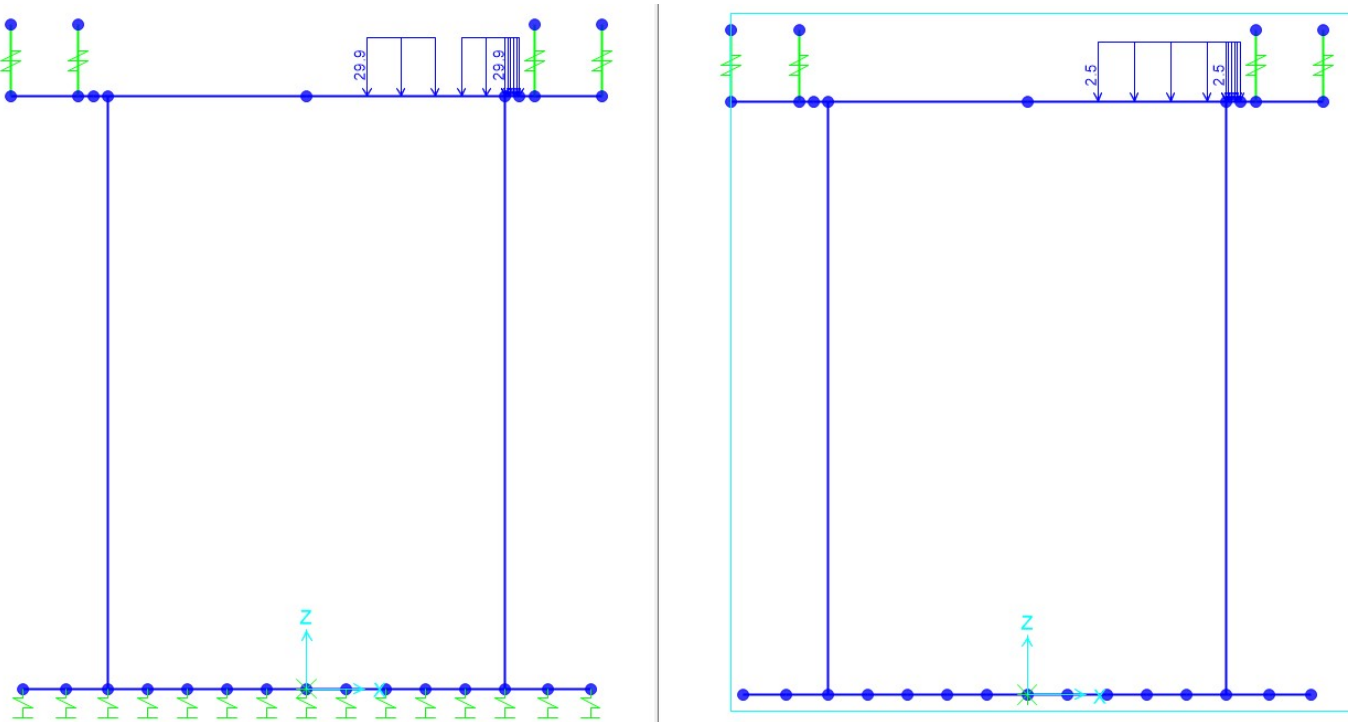


Fig. 22 – Q_tr S1_C3_Ruota_INC: Carico tandem e carico distribuito Corsia 3
all'incastro piedritto

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	33 di 155

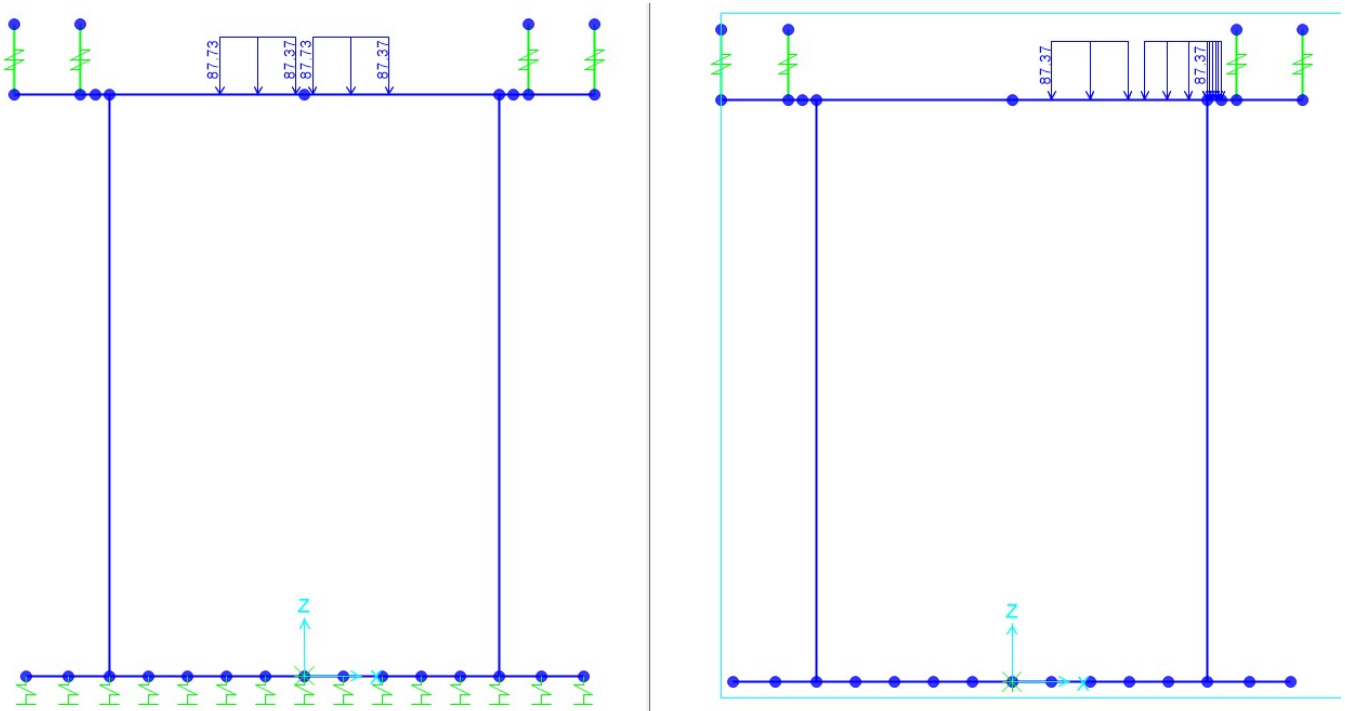


Fig. 23 – Q_tr S2_Ruota/Ruota_INC: Carico tandem Scheme 2

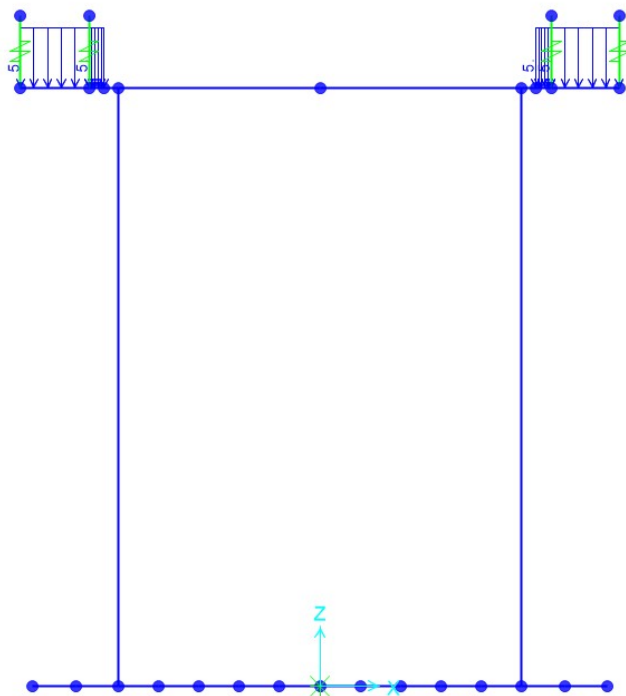


Fig. 24 – Q_tr_S5_folla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.5 Azioni centrifuga

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri) l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in Tab. 5.1.III (NTC 2018), essendo $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

Il carico concentrato q_4 , applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

According to NTC 2018 , Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe,

$q_4=0.2 Q_v$, when $R<200$ m (applicable to this project) and considering concurrent loading from all lanes.

Assuming that horizontal point loads are dispersed through angle of $2 \times 45^\circ$, and considering the worst case of distributing bigger forces over smaller triangular area, we calculate distributed (dispersed over triangular area) force for each lane to be $Q_{fr,i}/A_{fr,i}$, refer to Fig.25.

where $i=1; 2; 3$; $Q_{fr,i}= 0.2 Q_v$; $A_{fr,i}=B_i^2/4$;

$Q_{fr,1}= 0.2 Q_{v1}= 120$ KN; $Q_{fr,2}= 0.2 Q_{v2}= 80$ KN; $Q_{fr,3}= 0.2 Q_{v4}= 40$ KN

$A_{fr,1}= 3^2/4$; $A_{fr,1}= 9^2/4$; $A_{fr,1}= 15^2/4$

Si applica una forza uniformemente ripartita sulla soletta di copertura pari a

$q_4=\sum Q_{fr,i}/A_{fr,i}=9.38$ kN/m' (per 1 m in direzione longitudinale della rampa) e un momento di trasporto in asse soletta di $m_y = 9.38 * 0.52= 4.88$ kNm/m'.

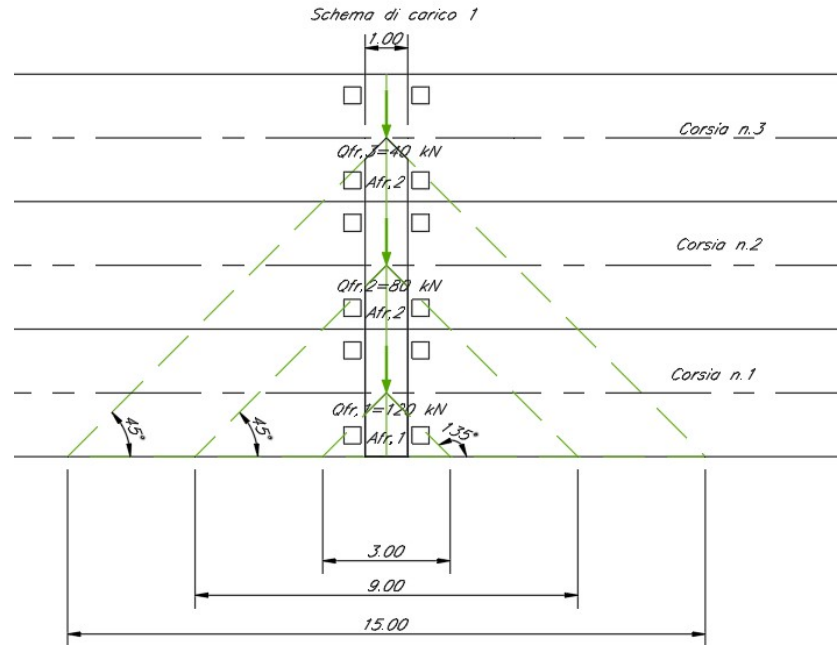


Fig. 25 – Q_{tr} Fcentr: Definizione di carico

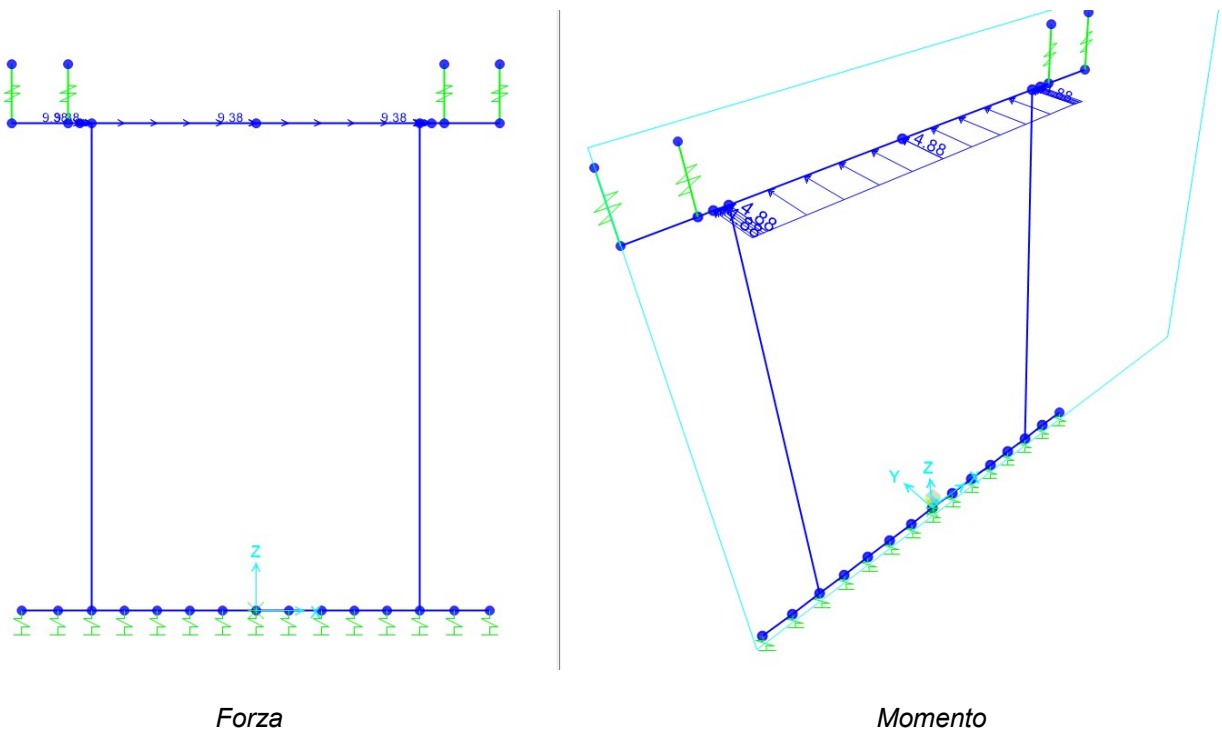


Fig. 26 – Q_{tr} Fcentr: Forza e momento distributi di centrifuga

7.6 Azioni climatiche

7.6.1 Azioni termiche uniformi (TU)

Si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = 15.0^{\circ}\text{C}$ sugli elementi della struttura in elevazione, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

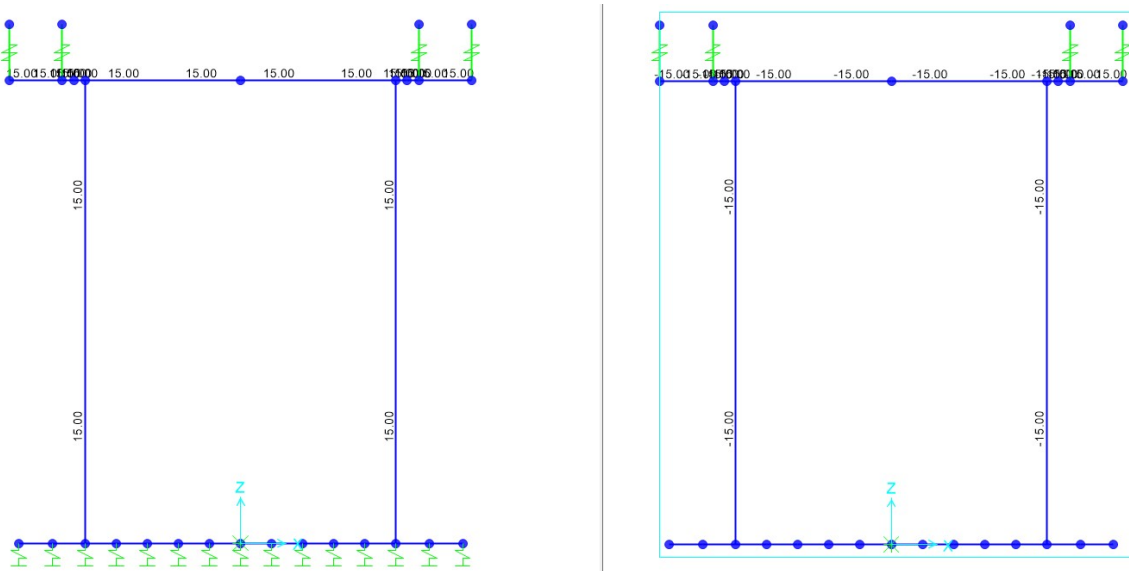


Fig. 27 – Q_Temp_Uni+/-: Forza termiche uniformi

7.6.2 Azioni termiche differenziali (TF)

Si considera una variazione termica differenziale $\Delta T = 5.0^{\circ}\text{C}$ su tutti gli elementi della struttura in elevazione, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

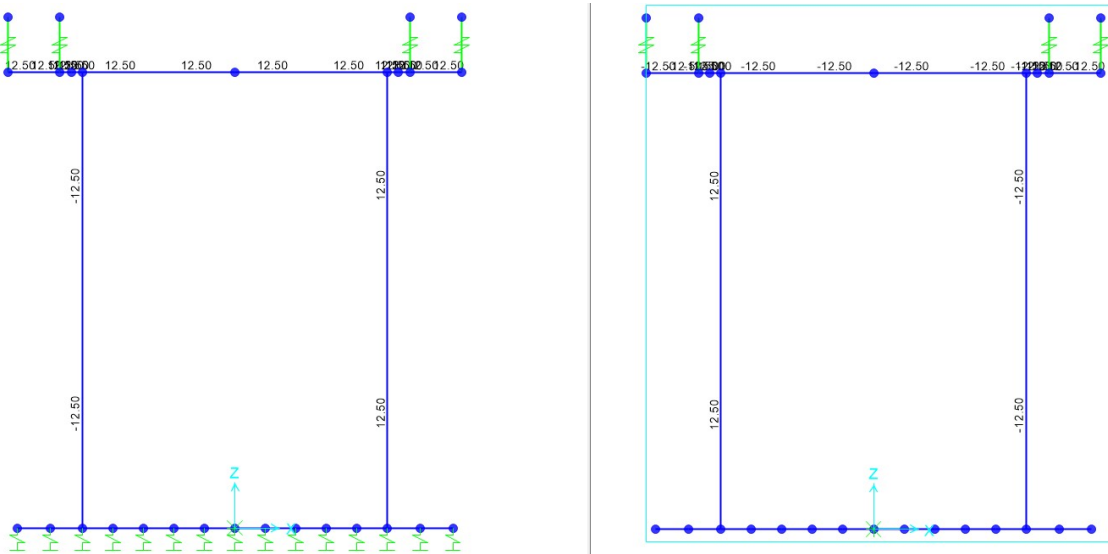


Fig. 28 – Q_Temp_Farfalla+/-: Forza termiche differenziali

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.6.3 Ritiro

Si considera una variazione termica uniforme equivalente $\Delta T = -9.50^{\circ}\text{C}$ sulla soletta superiore. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni nell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.11-01-2018.

DATA		
Coefficiente di viscosità		
$\phi(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$	2.4198	creep coefficient
$\phi_0 = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$	2.4589	nominal creep coefficient
ϕ_{RH}	1.1559	per $f_{cm} > 35$ Mpa
ϕ_{RH}		per $f_{cm} \leq 35$ Mpa
RH	75 [%]	
$\beta(f_{cm})$	2.6563	
$\beta(t_0)$	0.8008	
h0	1800 [mm]	
Ac	9000 [cm ²]	
u	100 [cm]	
$\beta_c(t, t_0)$	0.9841	
t	25550 [days]	
t ₀	2 [days]	
t-t ₀	25548 [days]	
β_{RH}	3339.11	FALSE per $f_{cm} > 35$ Mpa
β_{RH}		per $f_{cm} \leq 35$ Mpa
α_1	0.9108	
α_2	0.9736	
α_3	0.9354	
f _{cm}	40.00 [MPa]	
f _{ck}	32.00 [MPa]	
DEFORMAZIONE TOTALE DA RITIRO		
$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cs} + \epsilon_{cs}$	0.00032491	deformazione totale da ritiro
ϵ_{cs}	0.00026991	deformazione da ritiro per essiccamento
ϵ_{cs}	5.5E-05	deformazione da ritiro autogeno
DEFORMAZIONE DA RITIRO PER ESSICCAMENTO		
$\epsilon_{cs} = k_{cs} \cdot \epsilon_{cs,0}$	0.00030218	
$\epsilon_{cs,0}$	0.00043168	appendix B for $\epsilon_{cs,0}$
$\alpha_{cs,1}$	6 CLS class R	
$\alpha_{cs,2}$	0.11 CLS class R	
β_{RH}	0.8961	
RH ₀	100 [%]	
f _{cm,0}	10 [MPa]	
$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.89320235	
t	25550	
t _s	2	
DEFORMAZIONE DA RITIRO AUTOGENO		
$\beta_{sa}(t)$	1	
t	25550	
$\epsilon_{cs}(\infty)$	0.000055	

$$\Delta T_{rit} = \epsilon_{cs} / [(1 + \phi) \cdot \alpha]$$

$$\Delta T_{rit} = -9.5^{\circ}\text{C}$$

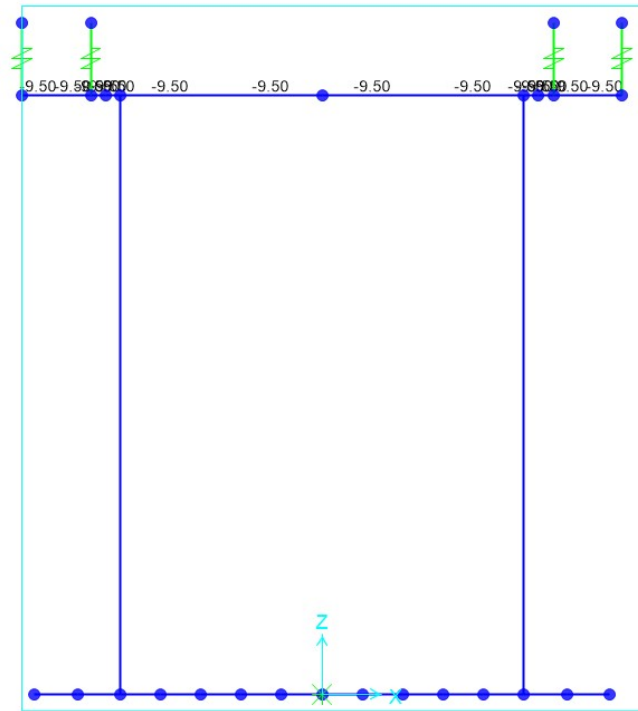


Fig. 29 – Q_Ritiro

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.7 Carico del Vento

La pressione del vento è data dall'espressione

$$q_w = q_b * C_e * C_p * C_d$$

dove

q_b è la pressione cinetica di riferimento

C_e è il coefficiente di esposizione

C_p è il coefficiente di forma

C_d è il coefficiente dinamico

La velocità di riferimento v_b è data dall'espressione:

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

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

dove $v_{b,0}$, a_0 , k_a sono i parametri legati alla zona in cui sorge la costruzione

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

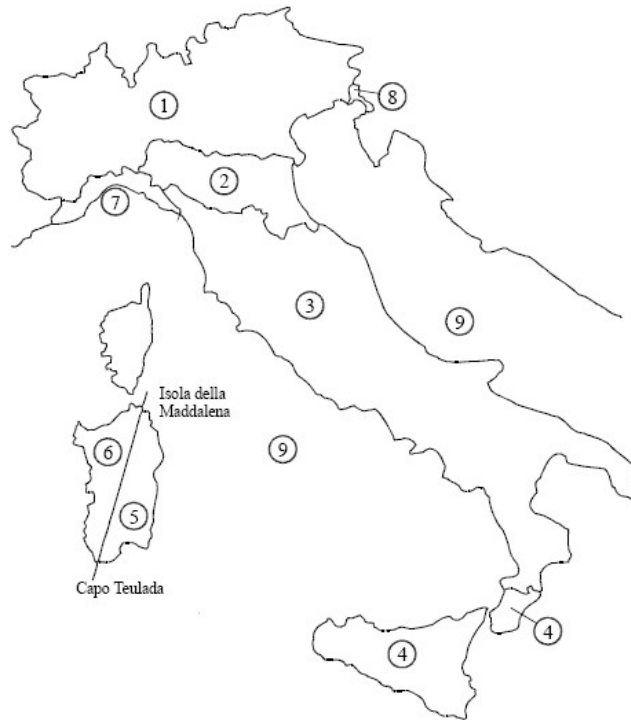


Figura 3.3.1 – *Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano*

Il coefficiente di esposizione è dato dalla seguente espressione:

$$c_e = k^2 r c_i \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left(7 + c_i \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right) \quad \text{per } z > z_{\min}$$

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

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	42 di 155

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
3	27	500	0.02
a_0 (altitudine sul livello del mare [m])			
163			
T_R (Tempo di ritorno)			
75			
$v_b = v_{b,0}$ per $a_0 \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_s(a_0 - a_0)$ per $a_0 < a_0 \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			
27.000			
α_R (T_R)			
1.02346			
v_0 (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			
27.633			



p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p$
 q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$ ($\rho = 1,25$ kg/mc)

q_b [N/mq]	477.25
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati sull'itinerario di opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autolevolmente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche e scampo riferimento a stati di non omogenea affrattabilità.

Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$ ($\rho = 1,25$ kg/mc)

q_b [N/mq]	477.25
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati sull'itinerario di opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autolevolmente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche e scampo riferimento a stati di non omogenea affrattabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONA 1,2,3,4,5						
costa mare						
2 km 10 km 30 km 500m 750m						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	II	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	III
* Categoria II in zona 1,2,3,4 ** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6			
costa mare			
2 km 10 km 30 km 500m			
A	--	III	IV
B	--	II	III
C	--	I	II
D	I	I	II

ZONA 7,8			
mare costa 1,5 km 0,5 km			
A	--	IV	IV
B	--	III	III
C	--	II	II
D	I	I	I

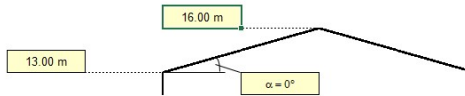
ZONA 9	
costa mare	
A	--
B	--
C	--
D	I

Zona	Classe di rugosità	a_0 [m]
3	B	163

$c_{pe}(z) = k^2 \cdot c_e \cdot \ln(z/z_0) [7 \cdot c_e \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
 $c_{pe}(z) = c_{pe}(z_{min})$ per $z < z_{min}$

Cat. Esposiz.	k_e	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
III	0.2	0.1	5	1

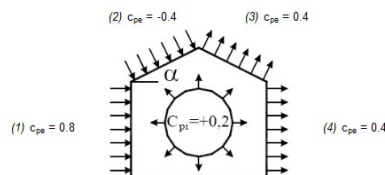
z [m]	c_e
$z \leq 5$	1.708
$z = 13$	2.311
$z = 16$	2.451



Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture non stagne

(1)	c_p	p [kN/mq]
	0.60	0.662
(2)	c_p	p [kN/mq]
	-0.60	-0.702
(3)	c_p	p [kN/mq]
	0.60	0.702
(4)	c_p	p [kN/mq]
	0.60	0.662



Si assume una superficie dei carichi transienti sull'opera esposta al vento di altezza pari a 3.0m a partire dal piano stradale.

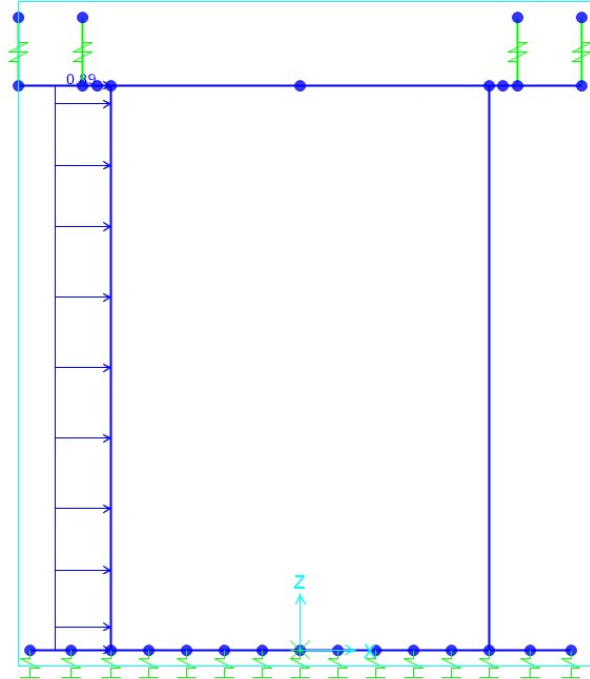


Fig. 30 – $Q_{\text{Vento Parete sopravento}}$

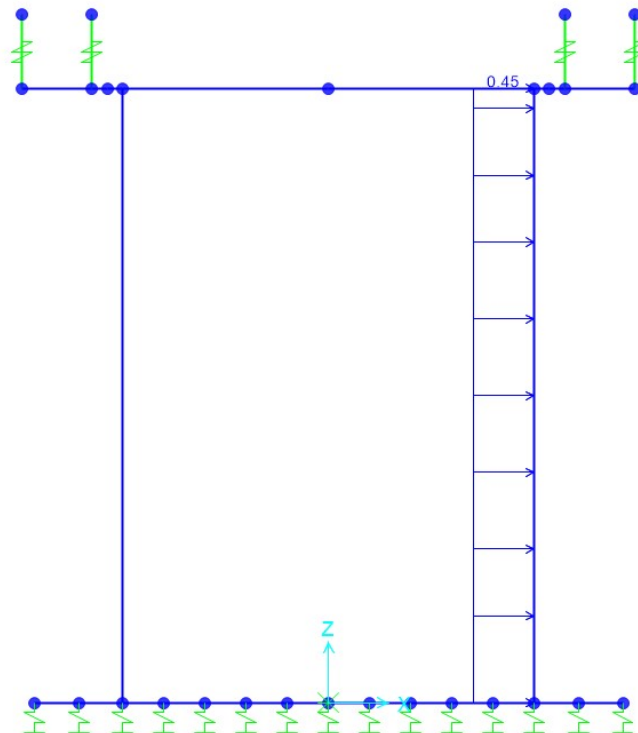


Fig. 31 – $Q_{\text{Vento Parete sottovento}}$

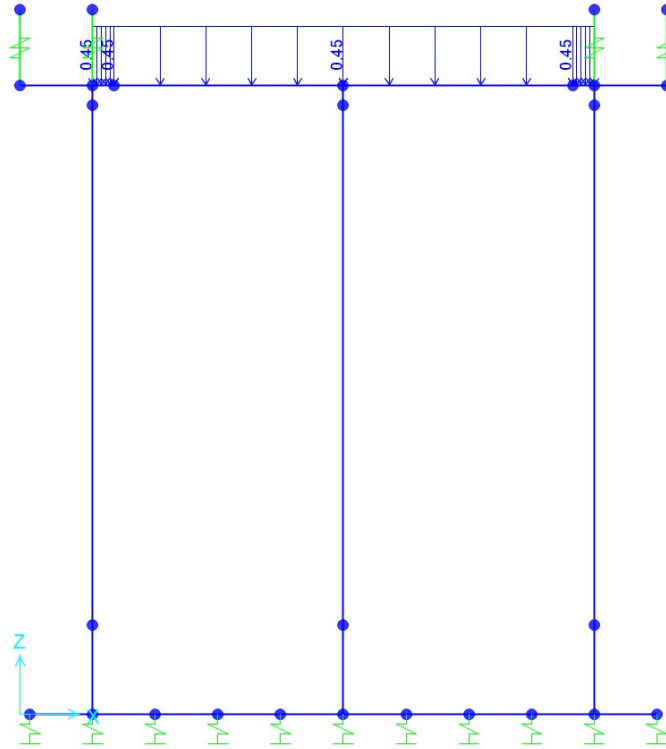


Fig. 32 – Q_{Vento} Soletta di copertura

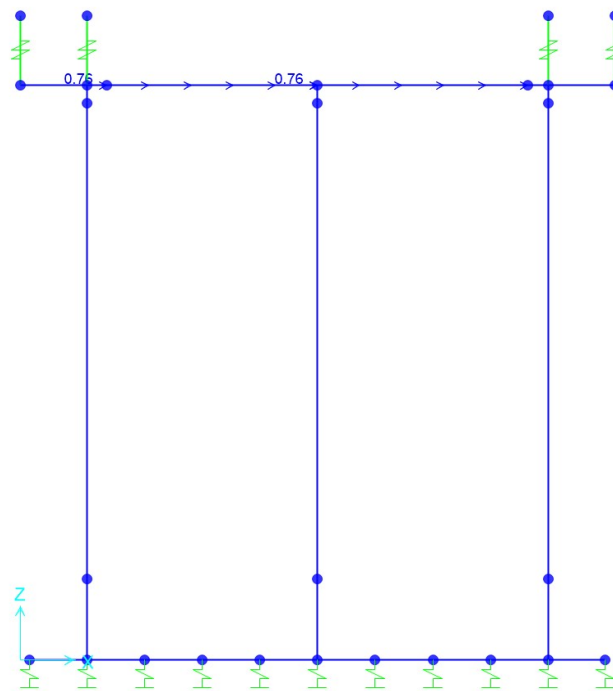


Fig. 33 – Q_{Vento} Veicoli

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.8 Azioni sismiche

In condizioni sismiche, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica si assumono i seguenti parametri di base:

- Categoria di suolo: C
- Categoria topografica: T1
- Vita nominale: VN = 100 anni; (tab 2.4.1);
- Classe d'uso : IV;
- Coeff. d'uso: $cu = 2.0$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $VR = VN \times cu = 200$ anni

I parametri che definiscono l'azione sismica, calcolati mediante il documento excel Spettri-NTC.ver.1.0.3.xls fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, vengono di seguito riportati:

Individuazione della pericolosità sismica del sito

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 12.2776 12.50031 LATITUDINE: 42.0885 45.62428


Ricerca per comune

REGIONE: Lazio PROVINCIA: Roma COMUNE: Anguillara Sabazia

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

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

Scelta della strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 100 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 2 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 200 info

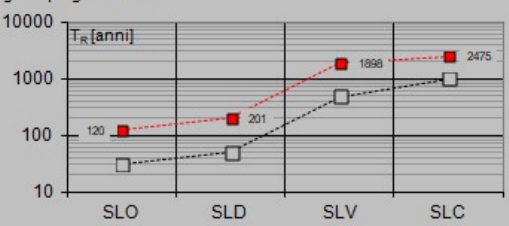
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $P_{VR} = 81\%$ (120), SLD - $P_{VR} = 63\%$ (201)

Stati limite ultimi - SLU: SLV - $P_{VR} = 10\%$ (1898), SLC - $P_{VR} = 5\%$ (2475)

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

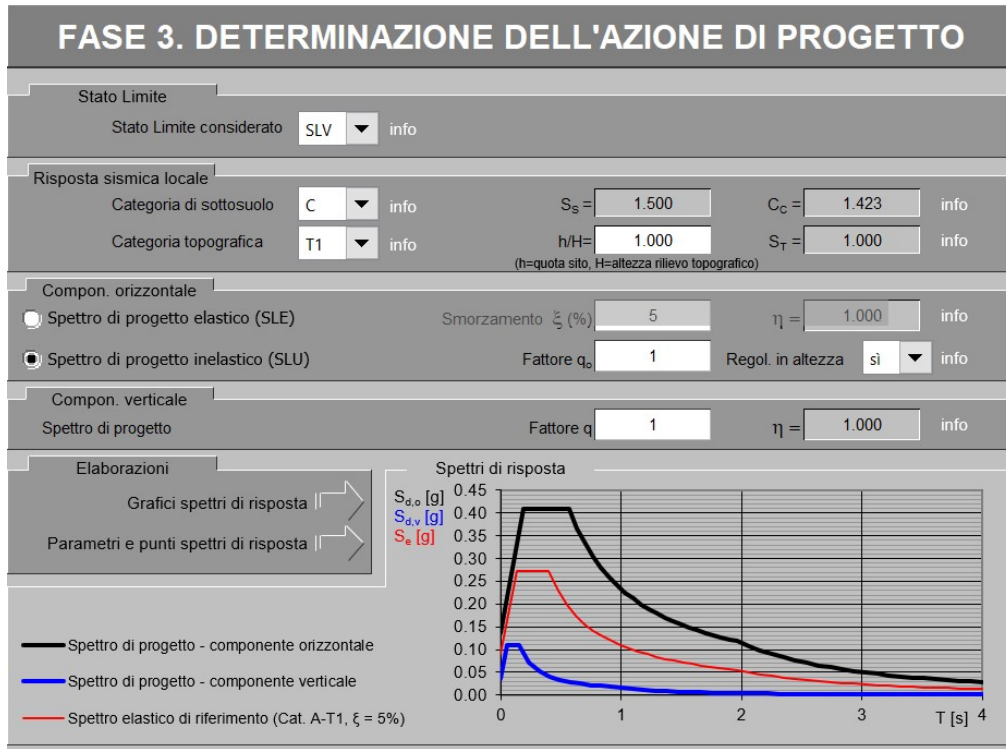
Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO: ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie, ---■--- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

Determinazione dell'azione di progetto SLV



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.090 g
F_o	3.034
T_c	0.398 s
S_s	1.500
C_c	1.423
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.189 s
T_C	0.566 s
T_D	1.960 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.135
$T_B \leftarrow$	0.189	0.410
$T_C \leftarrow$	0.566	0.410
	0.633	0.367
	0.699	0.332
	0.766	0.303
	0.832	0.279
	0.898	0.259
	0.965	0.241
	1.031	0.225
	1.098	0.212
	1.164	0.200
	1.230	0.189
	1.297	0.179
	1.363	0.170
	1.429	0.163
	1.496	0.155
	1.562	0.149
	1.629	0.143
	1.695	0.137
	1.761	0.132
	1.828	0.127
	1.894	0.123
$T_D \leftarrow$	1.960	0.119
	2.058	0.108
	2.155	0.098
	2.252	0.090
	2.349	0.083
	2.446	0.076
	2.543	0.070
	2.640	0.065
	2.737	0.061
	2.835	0.057
	2.932	0.053
	3.029	0.050
	3.126	0.047
	3.223	0.044
	3.320	0.041
	3.417	0.039
	3.514	0.037
	3.612	0.035
	3.709	0.033
	3.806	0.031
	3.903	0.030
	4.000	0.028

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato lin\$LV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{sv}	0.037 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_a	0.050 s
T_c	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.230
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.037
$T_B \leftarrow$	0.050	0.111
$T_C \leftarrow$	0.150	0.111
	0.235	0.071
	0.320	0.052
	0.405	0.041
	0.490	0.034
	0.575	0.029
	0.660	0.025
	0.745	0.022
	0.830	0.020
	0.915	0.018
$T_D \leftarrow$	1.000	0.017
	1.094	0.014
	1.188	0.012
	1.281	0.010
	1.375	0.009
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Determinazione dell'azione di progetto SLD

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.056 g
F_0	2.783
T_C	0.312 s
S_S	1.500
C_C	1.542
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.160 s
T_C	0.481 s
T_D	1.824 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.084
T_B ←	0.160	0.233
T_C ←	0.481	0.233
	0.545	0.206
	0.609	0.184
	0.673	0.167
	0.737	0.152
	0.801	0.140
	0.865	0.130
	0.929	0.121
	0.993	0.113
	1.056	0.106
	1.120	0.100
	1.184	0.095
	1.248	0.090
	1.312	0.086
	1.376	0.082
	1.440	0.078
	1.504	0.075
	1.568	0.072
	1.632	0.069
	1.696	0.066
	1.760	0.064
T_D ←	1.824	0.062
	1.927	0.055
	2.031	0.050
	2.135	0.045
	2.238	0.041
	2.342	0.037
	2.445	0.034
	2.549	0.032
	2.653	0.029
	2.756	0.027
	2.860	0.025
	2.964	0.023
	3.067	0.022
	3.171	0.020
	3.275	0.019
	3.378	0.018
	3.482	0.017
	3.585	0.016
	3.689	0.015
	3.793	0.014
	3.896	0.013
	4.000	0.013

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{ov}	0.018 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.888
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.018
$T_B \leftarrow$	0.050	0.050
$T_C \leftarrow$	0.150	0.050
	0.235	0.032
	0.320	0.023
	0.405	0.018
	0.490	0.015
	0.575	0.013
	0.660	0.011
	0.745	0.010
	0.830	0.009
	0.915	0.008
$T_D \leftarrow$	1.000	0.007
	1.094	0.006
	1.188	0.005
	1.281	0.005
	1.375	0.004
	1.469	0.003
	1.563	0.003
	1.656	0.003
	1.750	0.002
	1.844	0.002
	1.938	0.002
	2.031	0.002
	2.125	0.002
	2.219	0.002
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.000
	4.000	0.000

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Per il calcolo in condizioni sismiche si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto:

- Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$
- Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v sono posti pari all'accelerazione massima degli spettri di progetto relativi allo stato limite considerato (SLV, SLD).

Stato limite	k_h	k_v
SLD	0.233	0.050
SLV	0.410	0.111
sld / slv	0.568	0.451

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_2 Q_k$$

Nel caso specifico per i carichi dovuti al transito dei veicoli stradali si assume $\psi_2 = 0$.

I carichi gravitazionali coinvolti dall'azione sismica sono:

Soletta di copertura 296 kN

Piedritti $0.80m \times 25kN/mc =$ 20.00 kN/m

7.8.1 Forze d'inerzia orizzontali (Sisma H)

Soletta di copertura

$$\text{SLD} \quad f_h = k_h W = 0.233 \times 296 \text{ kN} = 68.97 \text{ kN}$$

$$\text{SLV} \quad f_h = k_h W = 0.410 \times 296 \text{ kN} = 121.36 \text{ kN}$$

Piedritti

$$\text{SLD} \quad f_h = k_h W = 0.233 \times 20.00 \text{ kN/m} = 4.66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{SLV} \quad f_h = k_h W = 0.410 \times 20.00 \text{ kN/m} = 8.2 \text{ kN/m}^2$$

Le forze d'inerzia orizzontali relative allo SLV sono applicate come un carico f_h uniformemente distribuito lungo lo sviluppo dell'elemento agente da sinistra verso destra.

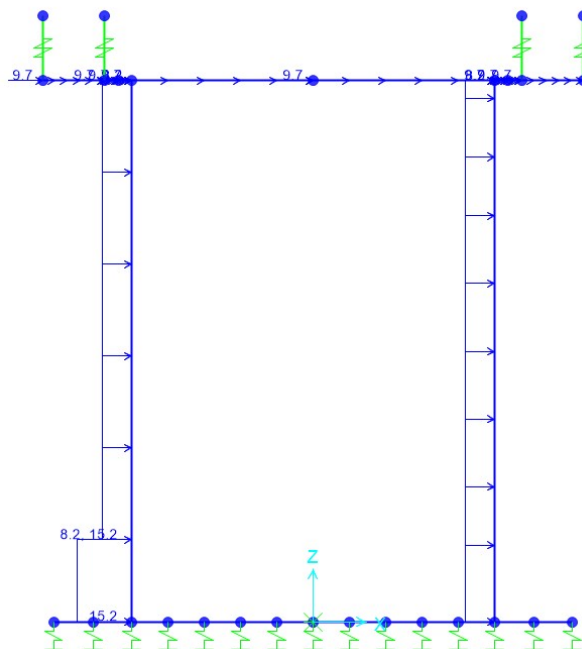


Fig. 34 – Sisma SLV – Forze inerziali e incremento si spinta del terro alla Wood

7.8.2 Forze d'inerzia verticali (Sisma V)

Soletta di copertura

$$\text{SLD} \quad f_v = k_v W = 0.050 \times 32.2 \text{ kN/m} = 1.61 \text{ kN/m}$$

$$\text{SLV} \quad f_v = k_v W = 0.111 \times 23.68 \text{ kN/m} = 2.62 \text{ kN/m}$$

Piedritti

$$\text{SLD} \quad f_v = k_v W = 0.050 \times 20.00 \text{ kN/m} = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{SLV} \quad f_v = k_v W = 0.111 \times 20.00 \text{ kN/m} = 2.22 \text{ kN/m}^2$$

Le forze d'inerzia verticali relative allo SLV sono applicate come un carico f_v uniformemente distribuito lungo lo sviluppo dell'elemento agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

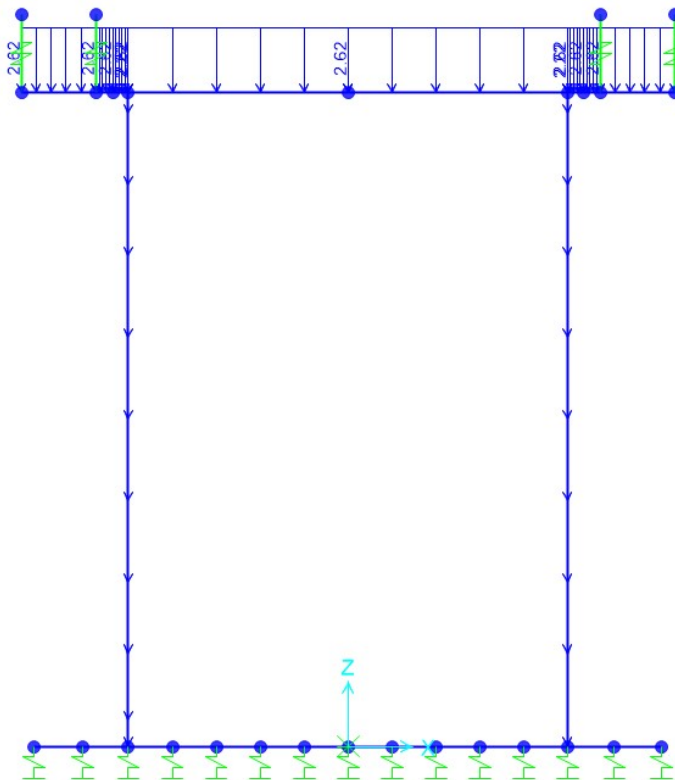


Fig. 35 – Sisma SLV_Z – Forze inerziali verticali

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

7.9 Veicoli in svio

I sicurvia e gli elementi strutturali a cui sono collegati devono essere dimensionati per una forza orizzontale trasversale non inferiore a 100 kN. Si ipotizza questa forza ripartita su 3 montanti del sicurvia posti ad una distanza di 1.5m e con una ripartizione 25 – 50 – 25. Quindi si applica una forza di 50 kN.

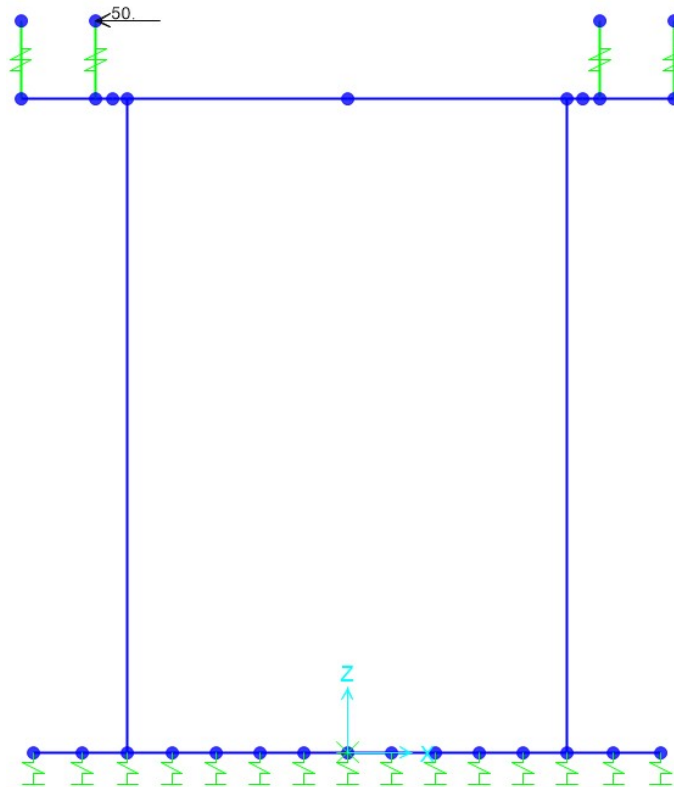


Fig. 36 – Q_Svio

La pressione aerodinamica del treno non è stata considerata nel calcolo degli stessi perché non è dimensionante.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto ai capp. 2 e 5 del DM 17/01/2018.

Gli stati limite ultimi analizzati si riferiscono al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera ed allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche della fondazione possono essere condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V delle NTC per i parametri geotecnici e le azioni.

- combinazione 1 → $(A1+M1+R1)$ → generalmente dimensionante per STR
- combinazione 2 → $(A2+M2+R2)$ → generalmente dimensionante per GEO (carico limite)

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{STR)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d = \Phi_k)$$

$$\text{GEO)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d = \tan^{-1}(\tan \Phi_k / \gamma_\phi))$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Rara)} \Rightarrow G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo tensioni cls / acc}$$

$$\text{Frequente)} \Rightarrow G1 + G2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo apertura fessure}$$

$$\text{Quasi permanente)} \Rightarrow G1 + G2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \text{controllo tensioni cls}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite da prendere in considerazione sono le seguenti:

$$\text{STR}) \quad \Rightarrow \quad E+G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d = \Phi_k)$$

$$\text{GEO}) \quad \Rightarrow \quad E+G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\text{spinte } \Phi_d = \tan^{-1}(\tan \Phi_k / \gamma_\Phi))$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.1 della norma; la stessa propone nel caso di ponti, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ solo quando rilevanti.

Nel caso in esame si è posto $\Psi_2 = 0$.

Le condizioni elementari di carico, riportate nella tabella sottostante, sono state combinate in modo da determinare gli effetti più gravosi per la struttura.

Dead	Peso proprio
G2_Impianti	Peso impianti
G2_Parapetto	Peso parapetto
G2_Pavimentazione	Peso pavimentazione
G2_Sicurvia	Peso sicurvia
G2_Veletta	Peso veletta
G2_Sovraccarico pendenze	Peso sovraccarico pendenze
G3_Spinta dell'acqua orizzontale	Spinta dell'acqua orizzontale
G3_Spinta dell'acqua verticale	Spinta dell'acqua verticale
G3_Spinta terreno in DX	Spinte del terreno k0
G3_Spinta terreno in SX	Spinte del terreno k0
G3_Spinta terreno verticale	Spinta del terreno verticale
Q_Ritiro	Ritiro del calcestruzzo
Q_Svio	Svio dei veicolo
Q_Temp_Farfalla +	Variazione termica a farfalla +
Q_Temp_Farfalla -	Variazione termica a farfalla -
Q_Temp_Uni +	Variazione termica uniforme +

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Q_Temp_Uni -	Variazione termica uniforme -
Q_tr_frenatura	Q Frenatura
Q_tr_Fcentr	Q centrifuga
Q_tr_S1_C1_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 1
Q_tr_S1_C1_Ruota_INC_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 1 Incastro
Q_tr_S1_C1	Carico tandem scheme 1 corsia 1
Q_tr_S1_C1_Ruota_INC	Carico tandem scheme 1 corsia 1 Incastro
Q_tr_S1_C2_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 2
Q_tr_S1_C2_Ruota_INC_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 2 Incastro
Q_tr_S1_C2	Carico tandem scheme 1 corsia 2
Q_tr_S1_C2_Ruota_INC	Carico tandem scheme 1 corsia 2 Incastro
Q_tr_S1_C3_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 3
Q_tr_S1_C3_Ruota_INC_distr	Carico distribuito scheme 1 corsia 3 Incastro
Q_tr_S1_C3	Carico tandem scheme 1 corsia 3
Q_tr_S1_C3_Ruota_INC	Carico tandem scheme 1 corsia 3 Incastro
Q_tr_S2	Carico tandem scheme 2
Q_tr_S2_INC	Carico tandem scheme 2 Incastro
Q_tr_S5_folla	Schema di carico 5 - Folla
Q_Vento_Parete_Sopravento	Vento parete sopravento
Q_Vento_Parete_Sottovento	Vento parete sottovento
Q_Vento_Soletta	Vento soletta
Q_Vento_Veicoli	Vento veicoli

Tabella 1 - Condizioni elementari di carico definite nel modello di calcolo

Si riportano in par. 10.14 i coefficienti parziali utilizzati nelle combinazioni agli SLU, agli SLE ed agli SLV e sisma, relativamente scelti in accordo con le tabelle 5.1.IV, 5.1.V, 5.1.VI delle NTC2018 e MdP RFI 2016.

9. RISULTATI DELLE ANALISI

Si riportano di seguito una sintesi dei risultati delle analisi espressi in forma tabellare delle sollecitazioni lungo gli elementi.

La convenzione adottata per i segni delle sollecitazioni prevede che

$N < 0$ compressione

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	59 di 155

$M > 0$ fibre tese sul lato interno allo scatolare

Le unità di misura adottate sono

Momenti kNm

Forze kN

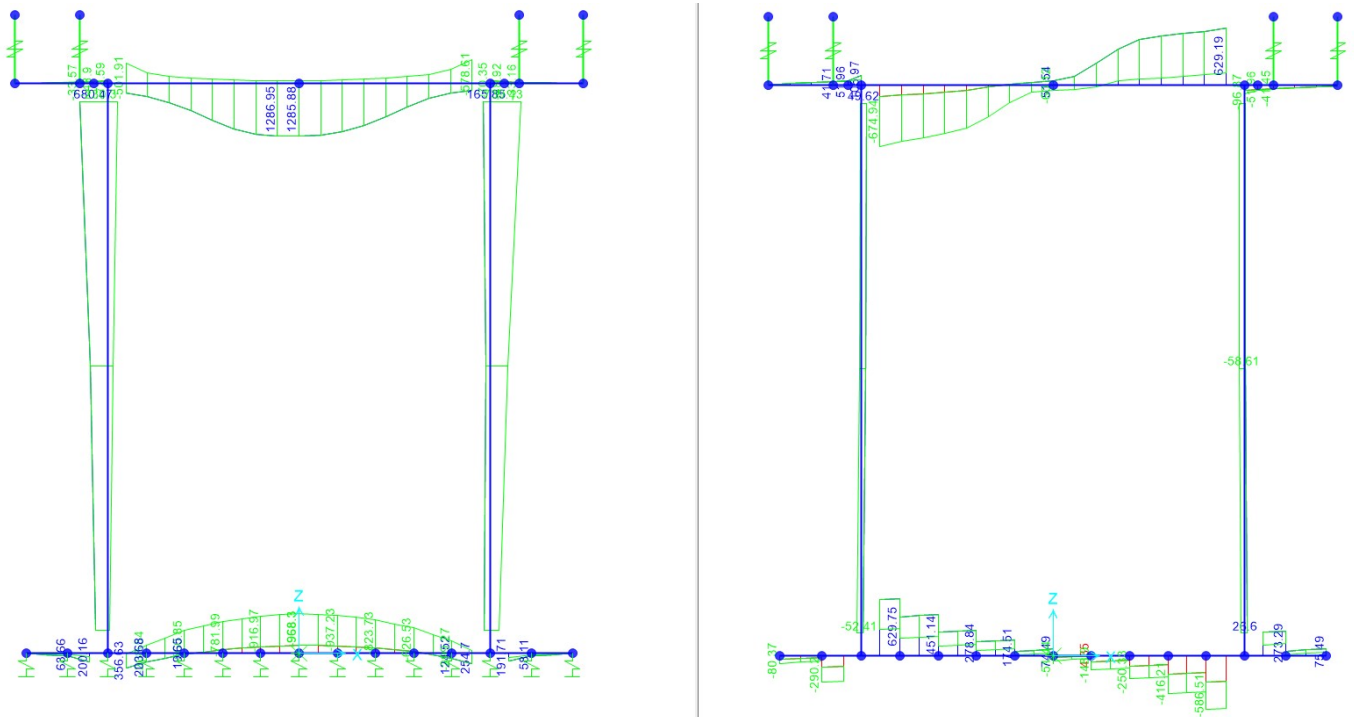


Fig. 37 – Involuppo SLU_Static – Momenti Flettenti/ Sforzo di taglio

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	60 di 155

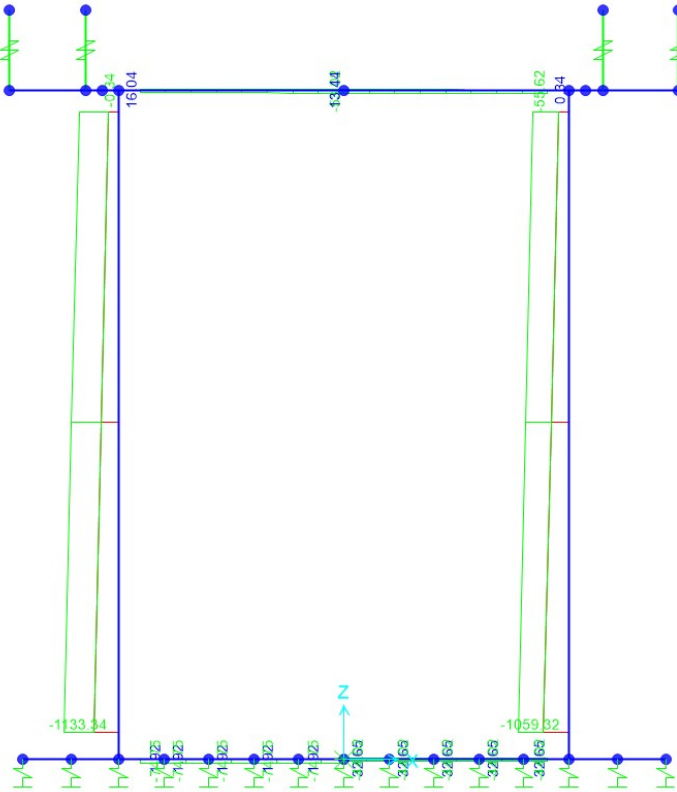


Fig. 38 – Involuppo SLU_Static – Sforzo Normale

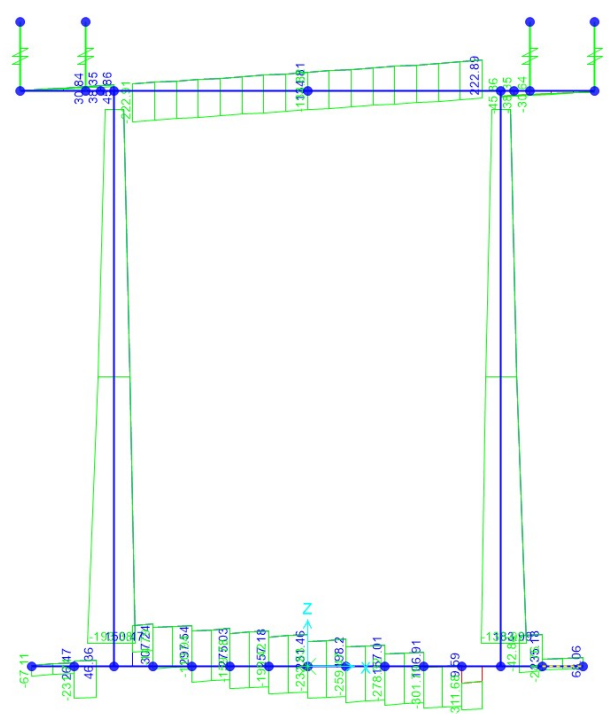
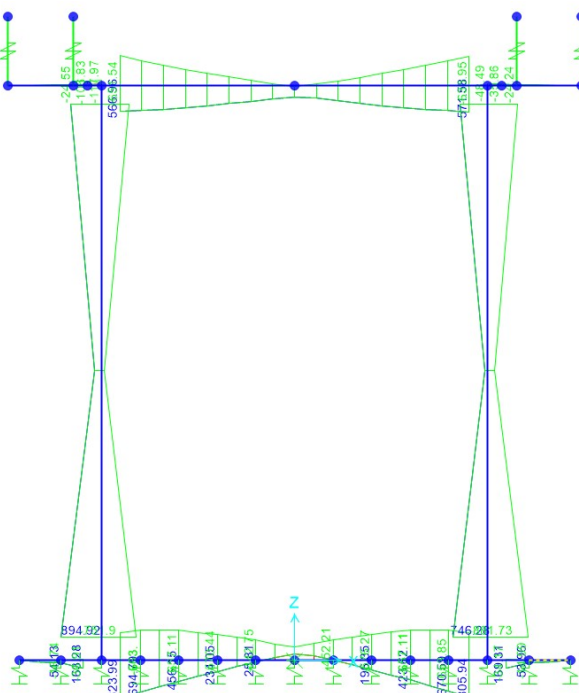


Fig. 39 – Involuppo SLV_Sismic – Momenti Flettenti/ Sforzo di taglio

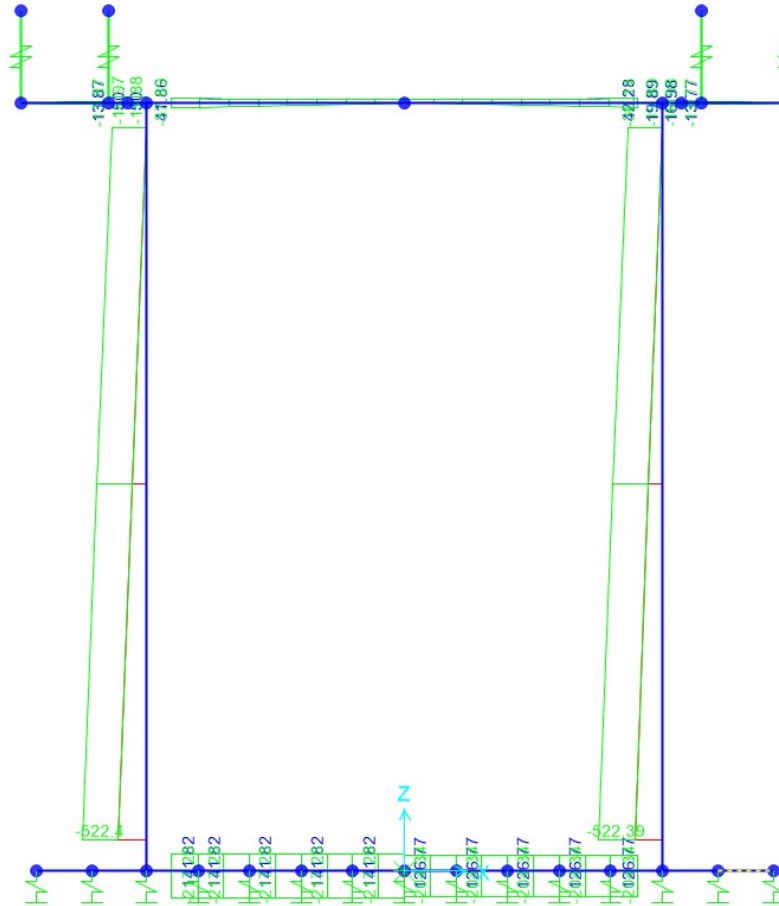


Fig. 40 – Involuppo SLV_Sismic – Sforzo Normale

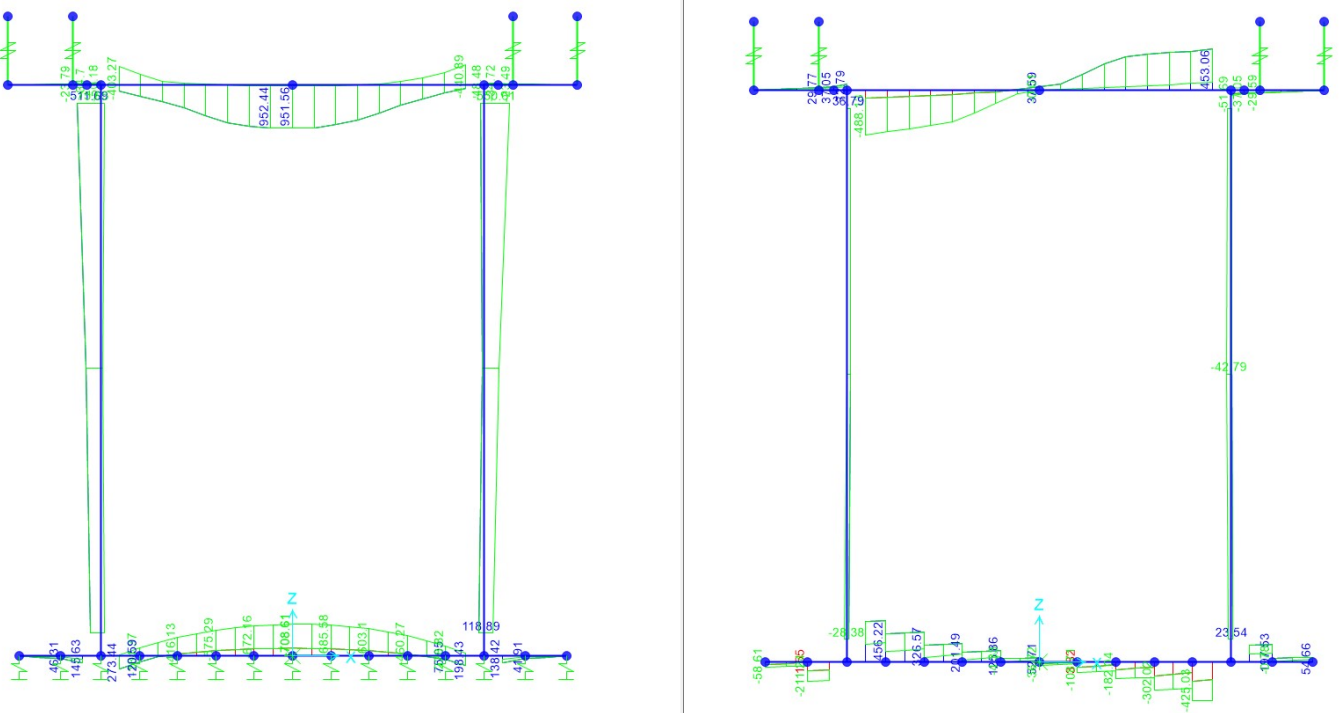


Fig. 41 – Involuppo SLE – Momento Flettente/ Sforzo di Taglio

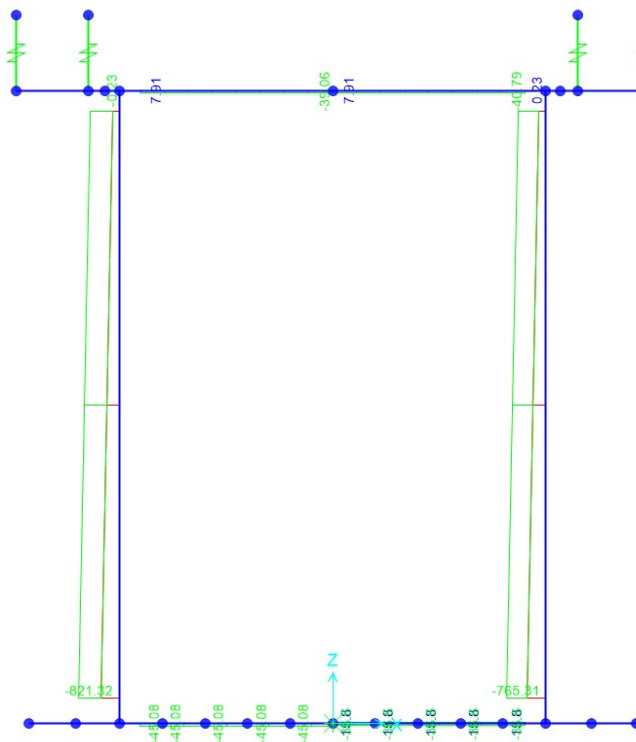


Fig. 42 – Involuppo SLE – Sforzo Normale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.1 Sollecitazioni soletta superiore – Incastro (S1)

9.1.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	3.8	SLU_GR_2B_S1_5	-89.5	579.2	-783.7
Nmax	37	0.4	SLU_GR_2B_S1_4	24.7	-434.2	209.3
Mmin	38	3.8	SLU_GR_2B_S1_5	-89.5	579.2	-783.7
Mmax	37	0.4	SLU_GR_1_S2_29	16.0	-123.7	224.2
Vmin	37	0.4	SLU_GR_1_s1_5	-50.4	-674.9	-489.7
Vmax	38	3.8	SLU_GR_1_s1_1	-46.0	629.2	-289.1

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	37	0.4	SLV_5	-37.9	-222.9	-651.5
Nmax	38	3.8	SLV_6	42.3	-52.7	571.6
Mmin	37	0.4	SLV_5	-37.9	-222.9	-651.5
Mmax	38	3.8	SLV_6	42.3	-52.7	571.6
Vmin	37	0.4	SLV_5	-37.9	-222.9	-651.5
Vmax	38	3.8	SLV_1	-31.9	222.9	-457.6

9.1.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanenti

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	3.8	SLERR_GR_1_S1_5	-40.8	453.1	-425.9
Nmax	37	0.4	SLEQP_GR_1_S1_4	7.9	-85.1	71.7
Mmin	38	3.8	SLERR_GR_1_S1_25	-34.4	350.9	-440.9
Mmax	37	0.4	SLERR_GR_1_S1_29	0.8	-287.2	130.1
Vmin	37	0.4	SLERR_GR_1_S1_1	-29.3	-488.1	-135.5
Vmax	38	3.8	SLERR_GR_1_S1_2	-37.7	453.1	-408.7

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	3.8	SLEFR_GR_2B_S1_25	-46.6	373.4	-519.6
Nmax	37	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	-85.1	-41.5
Mmin	38	3.8	SLEFR_GR_2B_S1_25	-46.6	373.4	-519.6
Mmax	37	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_29	0.5	-290.7	115.8
Vmin	37	0.4	SLEFR_GR_2A_S1_1	-19.7	-386.0	-76.9

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Vmax	38	3.8	SLEFR_GR_2B_S1_1	-36.6	376.9	-215.0
------	----	-----	------------------	-------	-------	--------

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	37	0.4	SLEQP_GR_1_S1_10	-1.4	-85.1	-138.3
Nmax	38	3.8	SLEQP_GR_1_S1_4	7.9	85.1	71.5
Mmin	38	3.8	SLEQP_GR_1_S1_10	-1.4	85.1	-138.5
Mmax	37	0.4	SLEQP_GR_1_S1_4	7.9	-85.1	71.7
Vmin	37	0.4	SLEQP_GR_1_S1_4	7.9	-85.1	71.7
Vmax	38	3.8	SLEQP_GR_1_S1_10	-1.4	85.1	-138.5

9.2 Sollecitazioni soletta superiore – Mezzeria (S2)

9.2.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	0	SLU_GR_1_s1_5	-53.0	25.9	983.3
Nmax	38	0	SLU_GR_1_S2_24	13.4	8.0	444.0
Mmin	38	0	SLU_GR_1_S2_25	-8.8	8.0	-59.9
Mmax	38	0	SLU_GR_1_s1_4	-39.6	25.9	1285.9
Vmin	38	0	SLU_GR_1_S2_9	-0.5	-60.1	520.7
Vmax	38	0	SLU_GR_2B_S1_3	-30.1	114.1	837.7

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	0	SLV_5	-1.0	-134.8	28.2
Nmax	38	0	SLV_4	8.3	-40.5	247.4
Mmin	38	0	SLV_7	0.7	40.4	23.0
Mmax	38	0	SLV_4	8.3	-40.5	247.4
Vmin	38	0	SLV_5	-1.0	-134.8	28.2
Vmax	38	0	SLV_1	5.0	134.8	222.1

9.2.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	65 di 155

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	0	SLERR_GR_1_S1_5	-39.1	18.6	699.6
Nmax	38	0	SLERR_GR_1_S1_38	3.1	1.5	132.0
Mmin	38	0	SLERR_GR_1_S1_17	1.2	0.0	121.8
Mmax	38	0	SLERR_GR_1_S1_4	-27.9	18.6	951.6
Vmin	38	0	SLERR_GR_1_S1_17	1.2	0.0	121.8
Vmax	38	0	SLERR_GR_1_S1_8	-15.2	37.6	464.4

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	0	SLEFR_GR_2A_S1_25	-31.8	11.7	416.7
Nmax	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Mmin	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Mmax	38	0	SLEFR_GR_2A_S1_24	-13.3	11.7	836.7
Vmin	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Vmax	38	0	SLEFR_GR_2A_S1_19	-3.8	23.8	494.8

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_25	-31.8	37.7	416.7
Nmax	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Mmin	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Mmax	38	0	SLEFR_GR_2A_S1_24	-13.3	11.7	836.7
Vmin	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_35	2.0	0.0	120.2
Vmax	38	0	SLEFR_GR_2B_S1_1	-20.6	41.3	734.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.3 Sollecitazioni Piedritto –Incastro (S3)

9.3.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	0.4	SLU_GR_1_s1_5	-820.0	49.6	680.5
Nmax	43	0.4	SLU_GR_1_S2_22	-209.8	-0.8	232.7
Mmin	39	0.4	SLU_GR_2B_S1_5	-686.4	-99.0	-911.3
Mmax	43	0.4	SLU_GR_1_s1_5	-820.0	49.6	680.5
Vmin	39	0.4	SLU_GR_2B_S1_5	-686.4	-99.0	-911.3
Vmax	43	0.4	SLU_GR_1_s1_5	-820.0	49.6	680.5

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	0.4	SLV_5	-282.5	64.9	672.6
Nmax	39	0.4	SLV_6	-2.5	69.3	605.2
Mmin	39	0.4	SLV_2	-272.2	-63.2	-658.5
Mmax	43	0.4	SLV_5	-282.5	64.9	672.6
Vmin	43	0.4	SLV_1	-12.9	-68.9	-601.5
Vmax	39	0.4	SLV_6	-2.5	69.3	605.2

9.3.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	0.4	SLERR_GR_1_S1_1	-589.2	28.8	280.2
Nmax	39	0.4	SLERR_GR_1_S1_17	-138.6	1.2	-39.2
Mmin	39	0.4	SLERR_GR_1_S1_5	-533.2	-41.2	-550.6
Mmax	43	0.4	SLERR_GR_1_S1_5	-589.2	36.8	511.7
Vmin	39	0.4	SLERR_GR_1_S1_5	-533.2	-41.2	-550.6
Vmax	43	0.4	SLERR_GR_1_S1_5	-589.2	36.8	511.7

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	0.4	SLEFR_GR_2A_S1_1	-480.9	19.2	180.2
Nmax	39	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_35	-142.5	2.0	-35.1
Mmin	39	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_25	-450.5	-49.4	-603.6
Mmax	43	0.4	SLEFR_GR_2A_S1_25	-470.9	31.0	498.7
Vmin	39	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_25	-450.5	-49.4	-603.6
Vmax	43	0.4	SLEFR_GR_2A_S1_25	-470.9	31.0	498.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	39	0.4	SLEQP_GR_1_S1_7	-142.6	1.2	-117.4
Nmax	43	0.4	SLEQP_GR_1_S1_1	-142.5	-5.3	-62.3
Mmin	39	0.4	SLEQP_GR_1_S1_5	-142.6	-1.4	-130.8
Mmax	43	0.4	SLEQP_GR_1_S1_10	-142.5	1.4	130.6
Vmin	43	0.4	SLEQP_GR_1_S1_4	-142.5	-7.9	-75.7
Vmax	39	0.4	SLEQP_GR_1_S1_9	-142.6	7.9	75.5

9.4 Sollecitazioni Piedritto –Spiccato (S4)

9.4.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	12.01	SLU_GR_1_s1_5	-1133.3	12.6	171.4
Nmax	43	12.01	SLU_GR_1_S2_10	-523.2	-34.6	220.8
Mmin	39	12.01	SLU_GR_1_S2_22	-539.1	10.6	-212.5
Mmax	43	12.01	SLU_GR_2B_S1_2	-875.9	-60.3	555.1
Vmin	39	12.01	SLU_GR_2B_S1_5	-999.7	-95.9	261.6
Vmax	39	12.01	SLU_GR_1_S2_29	-539.1	26.6	64.8

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	12.01	SLV_5	-522.4	150.5	-631.6
Nmax	39	12.01	SLV_6	-226.9	184.0	-761.4
Mmin	39	12.01	SLV_5	-252.8	177.5	-881.7
Mmax	43	12.01	SLV_2	-226.9	-189.1	894.9
Vmin	43	12.01	SLV_1	-252.8	-193.4	767.2
Vmax	39	12.01	SLV_6	-226.9	184.0	-761.4

9.4.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	12.01	SLERR_GR_1_S1_1	-821.3	3.1	-9.0
Nmax	39	12.01	SLERR_GR_1_S1_17	-370.8	1.2	-53.4
Mmin	39	12.01	SLERR_GR_1_S1_27	-530.7	-5.0	-160.5
Mmax	43	12.01	SLERR_GR_1_S1_27	-628.9	-12.6	231.3
Vmin	39	12.01	SLERR_GR_1_S1_5	-765.3	-28.7	-61.2
Vmax	39	12.01	SLERR_GR_1_S1_38	-376.2	18.7	-73.0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	68 di 155

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	39	12.01	SLEFR_GR_2B_S1_35	-374.7	11.9	-62.9
Nmax	43	12.01	SLEFR_GR_2A_S1_1	-713.0	-6.5	2.6
Mmin	39	12.01	SLEFR_GR_2B_S1_25	-682.6	-34.8	-31.3
Mmax	39	12.01	SLEFR_GR_2B_S1_29	-530.4	13.7	42.3
Vmin	39	12.01	SLEFR_GR_2B_S1_27	-530.4	-0.6	-182.0
Vmax	43	12.01	SLEFR_GR_2B_S1_22	-677.1	-12.6	295.7

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	39	12.01	SLEQP_GR_1_S1_1	-374.7	20.9	-6.7
Nmax	39	12.01	SLEQP_GR_1_S1_10	-374.7	14.3	-122.3
Mmin	39	12.01	SLEQP_GR_1_S1_7	-374.7	16.9	-139.2
Mmax	43	12.01	SLEQP_GR_1_S1_2	-374.6	-20.7	140.9
Vmin	43	12.01	SLEQP_GR_1_S1_4	-374.6	-27.4	25.3
Vmax	39	12.01	SLEQP_GR_1_S1_9	-374.7	23.5	-23.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.5 Sollecitazioni Piedritto –Mezzeria (S5)

9.5.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	6.205	SLU_GR_1_s1_4	-976.6	31.5	186.7
Nmax	43	6.205	SLU_GR_1_S2_22	-366.5	-5.5	251.1
Mmin	39	6.205	SLU_GR_2A_S1_22	-755.4	-43.2	-420.2
Mmax	43	6.205	SLU_GR_2B_S1_22	-771.8	6.7	424.7
Vmin	39	6.205	SLU_GR_2B_S1_5	-843.0	-101.3	-329.8
Vmax	43	6.205	SLU_GR_1_s1_5	-976.6	45.0	405.9

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	39	6.205	SLV_6	-114.7	116.9	64.6
Nmax	43	6.205	SLV_5	-402.5	112.5	157.5
Mmin	39	6.205	SLV_2	-384.4	-110.8	-153.6
Mmax	43	6.205	SLV_5	-402.5	112.5	157.5
Vmin	43	6.205	SLV_1	-132.8	-116.5	-63.3
Vmax	39	6.205	SLV_6	-114.7	116.9	64.6

9.5.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	6.205	SLERR_GR_1_S1_1	-705.3	25.7	122.0
Nmax	39	6.205	SLERR_GR_1_S1_17	-254.7	1.2	-46.3
Mmin	39	6.205	SLERR_GR_1_S1_22	-540.8	-31.1	-324.1
Mmax	43	6.205	SLEFR_GR_2B_S1_22	-584.9	24.8	325.2
Vmin	39	6.205	SLERR_GR_1_S1_5	-649.2	-42.8	-306.8
Vmax	43	6.205	SLERR_GR_1_S1_5	-705.3	33.7	307.1

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	70 di 155

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	43	6.205	SLEFR_GR_2A_S1_1	-597.0	16.1	77.9
Nmax	39	6.205	SLEFR_GR_2B_S1_35	-258.6	2.0	-46.7
Mmin	39	6.205	SLEFR_GR_2A_S1_22	-540.6	-27.8	-323.4
Mmax	43	6.205	SLEFR_GR_2B_S1_22	-561.0	7.9	329.5
Vmin	39	6.205	SLEFR_GR_2B_S1_25	-566.6	-49.9	-315.3
Vmax	43	6.205	SLEFR_GR_2A_S1_25	-587.0	30.0	321.5

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	39	6.205	SLEQP_GR_1_S1_1	-258.6	5.3	31.4
Nmax	39	6.205	SLEQP_GR_1_S1_10	-258.6	-1.4	-122.9
Mmin	39	6.205	SLEQP_GR_1_S1_7	-258.6	1.2	-124.7
Mmax	43	6.205	SLEQP_GR_1_S1_2	-258.6	-1.2	124.5
Vmin	43	6.205	SLEQP_GR_1_S1_4	-258.6	-7.9	-29.7
Vmax	39	6.205	SLEQP_GR_1_S1_9	-258.6	7.9	29.6

9.6 Sollecitazioni soletta inferiore –incastro (S6)

9.6.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	16	0.44	SLU_GR_2B_S1_5	89.7	-462.5	-161.8
Nmax	2	0.4	SLU_GR_2B_S1_4	-92.2	554.1	390.7
Mmin	16	0.44	SLU_GR_2B_S1_1	56.2	-456.7	-306.5
Mmax	2	0.4	SLU_GR_2B_S1_2	-82.6	560.2	544.3
Vmin	16	0.44	SLU_GR_1_s1_2	18.6	-575.5	139.6
Vmax	2	0.4	SLU_GR_1_s1_2	-12.1	618.8	253.7

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	2	0.4	SLV_1	-217.2	299.1	706.1
Nmax	2	0.4	SLV_5	141.8	124.3	-502.0
Mmin	2	0.4	SLV_6	135.4	105.5	-614.8
Mmax	2	0.4	SLV_2	-212.9	289.6	824.0
Vmin	16	0.44	SLV_5	-197.9	-303.5	805.9
Vmax	2	0.4	SLV_1	-217.2	299.1	706.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.6.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	2	0.4	SLERR_GR_1_S1_19	-45.1	339.0	121.9
Nmax	16	0.44	SLERR_GR_1_S1_5	15.8	-416.1	92.7
Mmin	16	0.44	SLERR_GR_1_S1_21	-4.0	-349.2	-73.4
Mmax	2	0.4	SLERR_GR_1_S1_27	-29.1	343.3	273.4
Vmin	16	0.44	SLERR_GR_1_S1_2	12.7	-416.9	113.5
Vmax	2	0.4	SLERR_GR_1_S1_2	-8.5	448.1	192.0

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	2	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_24	-42.25	384.27	100.73
Nmax	16	0.44	SLEFR_GR_2B_S1_25	21.81	-353.08	75.01
Mmin	16	0.44	SLEFR_GR_2B_S1_21	8.48	-344.51	-138.26
Mmax	2	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_22	-28.92	392.84	314.08
Vmin	16	0.44	SLEFR_GR_2A_S1_22	-0.30	-363.51	193.38
Vmax	2	0.4	SLEFR_GR_2B_S1_22	-28.92	392.84	314.08

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	2	0.4	SLEQP_GR_1_S1_9	-43.6	203.3	63.4
Nmax	11	0.4	SLEQP_GR_1_S1_1	0.0	91.9	67.8
Mmin	16	0.44	SLEQP_GR_1_S1_1	-34.0	-202.2	44.0
Mmax	2	0.4	SLEQP_GR_1_S1_7	-37.0	207.6	170.1
Vmin	16	0.44	SLEQP_GR_1_S1_2	-29.9	-207.1	168.0
Vmax	2	0.4	SLEQP_GR_1_S1_7	-37.0	207.6	170.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

9.7 Sollecitazioni soletta inferiore –Mezzeria (S7)

9.7.1 SLU

Statiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	6	0.84	SLU_GR_2B_S1_4	-92.2	158.0	-790.1
Nmax	7	0	SLU_GR_2B_S1_5	89.7	52.4	-681.7
Mmin	6	0.84	SLU_GR_1_s1_1	-18.0	71.6	-968.3
Mmax	6	0	SLU_GR_1_S2_22	-58.8	27.4	-166.9
Vmin	6	0.84	SLU_GR_2B_S1_4	-92.2	158.0	-790.1
Vmax	7	0	SLU_GR_2B_S1_5	89.7	52.4	-681.7

Sismiche	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	6	0.84	SLV_1	-217.2	231.5	-292.7
Nmax	6	0	SLV_5	141.8	-197.5	-363.2
Mmin	7	0.84	SLV_1	122.5	197.7	-452.2
Mmax	6	0	SLV_2	-212.9	215.5	25.8
Vmin	7	0	SLV_5	-197.9	-232.5	-203.9
Vmax	6	0.84	SLV_1	-217.2	231.5	-292.7

9.7.2 SLE Rara/ Frequente/Quasi Permanente

SLE_RR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	6	0.84	SLERR_GR_1_S1_19	-45.081	46.926	-465.312
Nmax	7	0	SLERR_GR_1_S1_5	15.801	-35.991	-592.732
Mmin	7	0	SLERR_GR_1_S1_1	7.804	-35.18	-708.606
Mmax	7	0.84	SLERR_GR_1_S1_17	-1.226	3.82	-216.127
Vmin	7	0	SLERR_GR_1_S1_2	12.672	-36.123	-573.889
Vmax	6	0.84	SLERR_GR_1_S1_12	-23.956	52.705	-458.243

SLE_FR	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	6	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_24	-42.3	68.0	-609.7
Nmax	7	0	SLEFR_GR_2B_S1_25	21.8	-8.9	-447.9

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Mmin	7	0	SLEFR_GR_2A_S1_22	-0.3	-36.7	-416.6
Mmax	6	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_1	-40.7	73.8	-595.2
Vmin	7	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_21	8.5	8.0	-641.3
Vmax	7	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_35	-20.1	-8.9	-232.7

SLE_QP	Frame	Station	OutputCase	P	V2	M3
	Text	m	Text	kN	kN	kN*m
Nmin	6	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_29	-38.503	35.404	-500.966
Nmax	7	0	SLEFR_GR_2A_S1_25	4.918	-36.5	-448.053
Mmin	7	0	SLEFR_GR_2A_S1_22	-0.297	-36.719	-416.649
Mmax	6	0.84	SLEFR_GR_2A_S1_1	-22.999	46.797	-607.652
Vmin	7	0	SLEFR_GR_2A_S1_21	-8.411	-35.148	-641.176
Vmax	7	0.84	SLEFR_GR_2B_S1_35	-20.135	-8.946	-232.732

10. VERIFICHE

10.1 Criteri di verifica

Per la verifica strutturale dell'opera in esame si adotta il metodo agli Stati limite. Negli Stati Limite Ultimi (SLU-SLV) si eseguono le verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio mentre negli Stati Limite di Esercizio (SLE-SLD) si esegue il controllo delle tensioni nei materiali e dell'apertura delle fessure negli elementi in c.a..

10.2 Stati limite ultimi

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali nella tabella 5.1.V del DM 17.01.2018 relativa alle azioni sui ponti stradali.

La verifica di resistenza a pressoflessione delle sezioni viene eseguita con il metodo dello stato limite assumendo le ipotesi di conservazione piana delle sezioni, calcestruzzo non reagente a trazione e di perfetta aderenza tra acciaio e cls.

La verifica sugli elementi viene condotta calcolando il momento resistente massimo della sezione in presenza o meno di sforzo assiale di compressione. Il calcolo si basa sull'assunzione dei diagrammi di calcolo a tensione-deformazione del calcestruzzo e dell'acciaio previsti dalla normativa.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Con riferimento alla sezione presso inflessa, sotto rappresentata assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli $\sigma - \epsilon$ di definiti ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3 del D.M.17/01/18, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd} (N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

- N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;
- M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;
- M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Per la verifica nello stato limite ultimo a taglio si valuta inizialmente la resistenza V_{Rd1} dell'elemento privo di armatura trasversale. Qualora risulti inferiore alla sollecitazione di taglio V_{Ed} agente nella sezione, si predispone un'armatura trasversale e si valuta il taglio resistente V_{Rd} dell'elemento ricorrendo alla schematizzazione a traliccio ideale.

Per gli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio la resistenza si valuta con l'espressione 4.1.14 delle DM17.01.18 di seguito riportata

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

in cui

$$k = 1 + (200/d)^{0.5} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{0.5}$$

d altezza utile della sezione

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w d)$ rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0.02)

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$) assunta pari a 0

b_w larghezza sezione

Per gli elementi dotati di specifica armatura a taglio la verifica di resistenza diventa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

La resistenza a taglio della trave è pari a

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

in cui con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è pari a

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$$

E con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(ctg\alpha + ctg\theta)}{(1 + ctg^2\theta)}$$

dove S_d , b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$);

α_c coefficiente maggiorativo assunto pari a 1

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti: $1 \leq ctg\theta \leq 2,5$. Nel caso in esame si è assunto $\theta = 45^\circ$.

10.3 Stati limite di esercizio

Per le verifiche agli stati limite di esercizio si adottano i valori dei coefficienti parziali di sicurezza definiti nella tabella 5.1.VI del DM 17.01.2018 relativa alle azioni sui ponti stradali. Per le azioni da traffico considerate (schema 1 con carichi tandem), si adotta il coefficiente $\gamma_0 = 0.75$.

I valori limite delle tensioni adottati nelle verifiche sono:

- combinazione di carico rara
 - tensione di trazione nell'acciaio 0.8 f_{yk}
 - tensione di compressione nel cls 0.6 f_{ck}

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

- combinazione di carico quasi permanente:

– tensione di compressione nel cls $0.45 f_{ck}$

I valori limite di apertura delle fessure sono quelli previsti dalle specifica di progettazione RFI per i cavalcavia stradali di cui l'opera costituisce naturale prolungamento.

Per le verifiche a fessurazione:

- condizioni XC4 e armatura ordinaria
- comb. freq. con $w_2=0.2$ mm
- comb. q. perm. con $w_1=0.2$ mm

Si riportano di seguito le verifiche negli stati limite analizzati relative alle sezioni significative maggiormente sollecitate individuate nella Fig. 43.

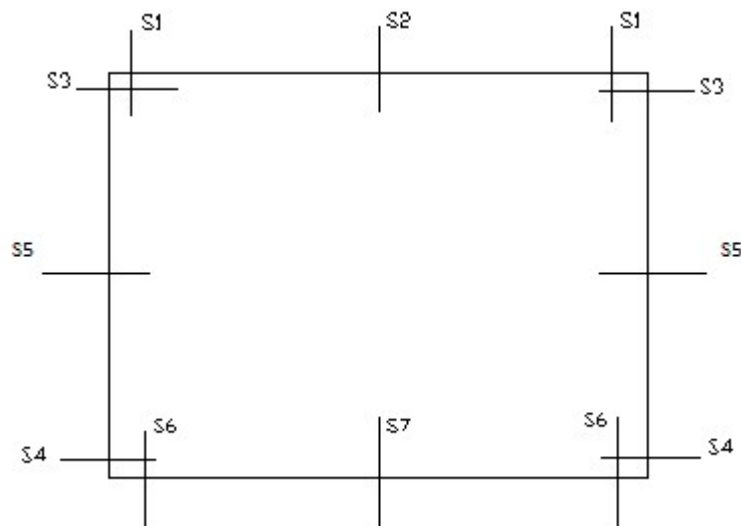


Fig. 43 – Sezioni di verifica

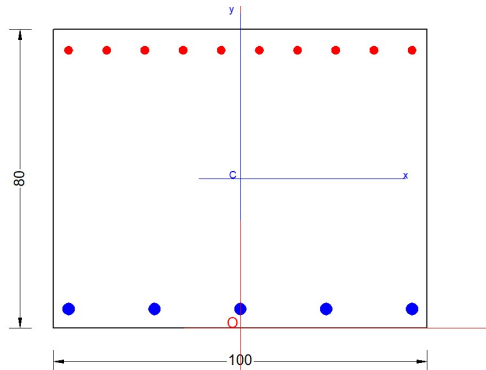
Per facilitare la lettura delle tabelle di sintesi delle verifiche di resistenza si riporta una legenda con i simboli e le convenzioni adottate.

b, h: larghezza ed altezza della sezione trasversale dell'elemento esaminato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

A_a :	area armatura generico strato	
c	copriferro nominale	
ϕ_{st}	diametro staffe	
c'	copriferro totale	
c''	copriferro di calcolo in asse barra	
M_{Rd} :	momento flettente resistente ultimo della sezione	
M_{Ed} :	momento flettente di calcolo	
$\sigma_{cls} +$:	tensione massima di compressione nel cls	[>0 compressione]
$\sigma_{acc} -$:	tensione massima di trazione nelle barre di acciaio	[>0 trazione]
w :	apertura fessure [-] : sezione non fessurata	
R	capacità resistente	
E	valore di progetto dell'effetto delle azioni	
R / E	coefficiente di sicurezza della verifica in esame	
E / R	tasso di sfruttamento del materiale	

10.4 S1 Soletta superiore – Appoggio



Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	800	0.80

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C32/40
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	32.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	40.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rar	
rara		$0.6 f_{ck}$	19.2 N/mm ²
$0.8 f_{yk}$	360.0 N/mm ²	qperm	
		$0.45 f_{ck}$	14.4 N/mm ²

Armature				
Lato superiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	22	3800	51	
-	-	-	-	
Aa,tot = 3800				0.48

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
5	30	3580	55	
		0		
Aa,tot = 3580				0.45

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S1.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampal\Calculation\RC SEC Checks\S1\Soletta superiore S1.secEC)

Section description:
Reference code: EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging: Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type: Predefined section
Cross-section shape: Rectangular
Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE - Class: C32/40
Design compressive strength fcd: 18.1 MPa

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	79 di 155

Shear reduced compressive strength $v1 \cdot f_{cd}$:	9.1	MPa (6.9)EC2
Coeff. Crd.c:	0.1200	§ 6.2.2(1) EC2
Coeff. K1:	0.1500	§ 6.2.2(1) EC2
Coeff. v min:	0.0115	Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
Strain at max strength ec2:	0.0020	
Ultimate strain ecu:	0.0035	
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
Mean elastic modulus Ecm:	33345.8	MPa
Mean tensile strength fctm:	3.0	MPa
Es/Ec in SLS combination:	15.00	
Stress limit Characteristic SLS:	19.2	MPa
Stress limit Frequent SLS:	19.2	MPa
wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300	mm
Coeff. k3:	3.4000	§ 7.3.4(3) EC2
Coeff. k4:	0.4250	§ 7.3.4(3) EC2
Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4	MPa
wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200	mm

STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.0 MPa
	Tensile strength ftk:	540.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	Stirrups:	B500A
	Characteristic yield stress fyk:	500.0 MPa
	Tensile strength ftk:	540.00 MPa
	Design yield stress fyd:	434.8 MPa
	Design strength ftd:	434.8 MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	80.0	cm
Bottom bars:	5L30 + 5L10	(35.3 cm?)
Top bars:	10L22 + 5L10	(38.0 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.5	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	89.50	-783.70	579.20	0.00
2	-24.70	209.30	-434.20	0.00
3	89.50	-783.70	579.20	0.00
4	-16.00	224.20	-123.70	0.00
5	50.40	-489.70	-674.90	0.00
6	46.00	-289.10	629.20	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	80 di 155

7	37.90	-651.50	-222.90	0.00
8	-42.30	571.60	-52.70	0.00
9	37.90	-651.50	-222.90	0.00
10	-42.30	571.60	-52.70	0.00
11	37.90	-651.50	-222.90	0.00
12	31.90	-457.60	222.90	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	40.80	-425.90
2	-3.10	-35.40
3	34.40	-440.90
4	-0.80	130.10
5	29.30	-135.50
6	37.70	-408.70

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	46.60	-519.60
2	-2.00	-41.50
3	46.60	-519.60
4	-0.50	115.80
5	19.70	-76.90
6	36.60	-215.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	1.40	-138.30
2	-7.90	71.50
3	1.40	-138.50
4	-7.90	71.70
5	-7.90	71.70
6	1.40	-138.50

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 2.5 cm
Min edge distance between longitudinal bars: 4.0 cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is ≥ 1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	89.50	-783.70	89.27	-1089.65	1.390	7.0	-1044.46	---	---	---
2	OK	-24.70	209.30	-24.72	974.10	4.648	73.8	937.89	---	---	---
3	OK	89.50	-783.70	89.27	-1089.65	1.390	7.0	-1044.46	---	---	---
4	OK	-16.00	224.20	-15.91	977.17	4.355	73.8	940.55	---	---	---
5	OK	50.40	-489.70	50.59	-1076.34	2.198	7.0	-1032.52	---	---	---
6	OK	46.00	-289.10	45.97	-1074.76	3.717	6.9	-1031.18	---	---	---
7	OK	37.90	-651.50	38.04	-1072.03	1.645	6.9	-1028.72	---	---	---
8	OK	-42.30	571.60	-42.39	967.93	1.693	73.9	932.26	---	---	---
9	OK	37.90	-651.50	38.04	-1072.03	1.645	6.9	-1028.72	---	---	---
10	OK	-42.30	571.60	-42.39	967.93	1.693	73.9	932.26	---	---	---
11	OK	37.90	-651.50	38.04	-1072.03	1.645	6.9	-1028.72	---	---	---
12	OK	31.90	-457.60	32.08	-1069.98	2.338	6.9	-1026.92	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.01354	0.0	0.00077	5.5	-0.03372	74.9
2	0.00350	-0.01600	80.0	0.00060	74.9	-0.03888	5.5
3	0.00350	-0.01354	0.0	0.00077	5.5	-0.03372	74.9
4	0.00350	-0.01595	80.0	0.00061	74.9	-0.03876	5.5
5	0.00350	-0.01376	0.0	0.00073	5.5	-0.03421	74.9
6	0.00350	-0.01379	0.0	0.00073	5.5	-0.03427	74.9
7	0.00350	-0.01383	0.0	0.00072	5.5	-0.03437	74.9
8	0.00350	-0.01612	80.0	0.00058	74.9	-0.03913	5.5
9	0.00350	-0.01383	0.0	0.00072	5.5	-0.03437	74.9
10	0.00350	-0.01612	80.0	0.00058	74.9	-0.03913	5.5
11	0.00350	-0.01383	0.0	0.00072	5.5	-0.03437	74.9
12	0.00350	-0.01387	0.0	0.00071	5.5	-0.03444	74.9

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	4.35	0.0	0.00	21.8	-159.3	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
2	OK	0.36	0.0	0.00	20.8	-14.0	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
3	OK	4.50	0.0	0.00	21.7	-165.8	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	1.33	80.0	0.00	59.9	-54.0	74.9	13.8	1375	35.3	9.9
5	OK	1.41	0.0	0.00	22.7	-48.7	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
6	OK	4.17	0.0	0.00	21.8	-153.0	5.5	12.8	1275	38.0	6.4

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
Ш c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $As\ eff / Ac\ eff$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr\ max * (e\ sm - e\ cm) [eq.(7.8)]$. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00087	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000478 (0.00048)	261	0.125(0.20)	-430.89
2	OK	-0.00008	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000042 (0.00004)	261	0.011(0.20)	-419.00
3	OK	-0.00091	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000497 (0.00050)	261	0.130(0.20)	-429.71
4	OK	-0.00030	0	0.500	30 4.0	0.026	0.000162 (0.00016)	334	0.054(0.20)	420.46
5	OK	-0.00027	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000146 (0.00015)	261	0.038(0.20)	-439.08
6	OK	-0.00084	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000459 (0.00046)	261	0.120(0.20)	-430.66

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	5.31	0.0	0.00	21.7	-194.7	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
2	OK	0.42	0.0	0.00	21.0	-16.2	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
3	OK	5.31	0.0	0.00	21.7	-194.7	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	1.18	80.0	0.00	59.9	-48.1	74.9	13.8	1375	35.3	9.9
5	OK	0.80	0.0	0.00	23.0	-27.3	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
6	OK	2.21	0.0	0.00	22.3	-78.5	5.5	12.8	1275	38.0	6.4

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	83 di 155

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00107	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000615 (0.00058)	261	0.161 (0.20)	-430.49
2	OK	-0.00009	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000049 (0.00005)	261	0.013 (0.20)	-421.50
3	OK	-0.00107	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000615 (0.00058)	261	0.161 (0.20)	-430.49
4	OK	-0.00026	0	0.500	30 4.0	0.026	0.000144 (0.00014)	334	0.048 (0.20)	420.58
5	OK	-0.00015	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000082 (0.00008)	261	0.021 (0.20)	-441.86
6	OK	-0.00043	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000236 (0.00024)	261	0.062 (0.20)	-435.92

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.41	0.0	0.00	21.4	-53.1	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
2	OK	0.73	80.0	0.00	60.3	-30.7	74.9	13.8	1375	35.3	9.9
3	OK	1.41	0.0	0.00	21.4	-53.2	5.5	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	0.73	80.0	0.00	60.3	-30.8	74.9	13.8	1375	35.3	9.9
5	OK	0.73	80.0	0.00	60.3	-30.8	74.9	13.8	1375	35.3	9.9
6	OK	1.41	0.0	0.00	21.4	-53.2	5.5	12.8	1275	38.0	6.4

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00029	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000159 (0.00016)	261	0.042 (0.20)	-425.26
2	OK	-0.00017	0	0.500	30 4.0	0.026	0.000092 (0.00009)	334	0.031 (0.20)	413.79
3	OK	-0.00029	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000160 (0.00016)	261	0.042 (0.20)	-425.25
4	OK	-0.00017	0	0.500	30 4.0	0.026	0.000092 (0.00009)	334	0.031 (0.20)	413.81
5	OK	-0.00017	0	0.500	30 4.0	0.026	0.000092 (0.00009)	334	0.031 (0.20)	413.81
6	OK	-0.00029	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000160 (0.00016)	261	0.042 (0.20)	-425.25

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	0.65	0.40	3950	---	---	---	-593.74	38.0	6.8
2	Frequent	Web	0.65	0.40	4000	---	---	---	-606.56	38.0	7.0
3	Frequent	Web	0.65	0.40	3950	---	---	---	-593.74	38.0	6.8
4	Frequent	Web	0.65	0.40	4000	---	---	---	-607.82	35.3	7.0
5	Frequent	Web	0.65	0.39	3800	---	---	---	-578.27	38.0	6.4
6	Frequent	Web	0.65	0.39	3900	---	---	---	-586.26	38.0	6.7
1	Quasi-perm.	Web	0.65	0.40	4000	---	---	---	-601.13	38.0	7.0
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	4100	---	---	---	-617.69	35.3	7.4
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.40	4000	---	---	---	-601.13	38.0	7.0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	84 di 155

4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	4100	---	---	---	-617.66	35.3	7.4
5	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	4100	---	---	---	-617.66	35.3	7.4
6	Quasi-perm.	Web	0.65	0.40	4000	---	---	---	-601.13	38.0	7.0

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \emptyset$	$30 = 70.69$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \emptyset$	$0 = 0.00$ cm ²
$d = 760$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \emptyset$	$0 = 0.00$ cm ²
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		70.69 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN $V_{ed} = 630.0$ kN

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$ $k = 1.513$ < 2

$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$ $v_{min} = 0.368$

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d) < 0.02$ $\rho_1 = 0.009$ < 0.02

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$ $\sigma_{cp} = 0.00$ MPa f_{cd}

$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$
(con $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$) = 280.0 kN

$V_{Rd} = 427.6$ kN;

$V_{Rd} = 427.6$ kN valore di calcolo

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ ° inclinaz. bielle cls angolo ammissibile

$\alpha = 90.0$ ° inclinaz. staffe

Armadura a taglio (staffatura):

$A_{sw/s}$ staffe passo $= 0.113$ cm²/cm

$= \emptyset$ 12 mm con n° bracci (trasv) 2 $V_{Rsd} = 749.2$ kN

$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw/s}) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$

$f_{cd} = 9.07$ MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1.000$ coeff. maggiorativo

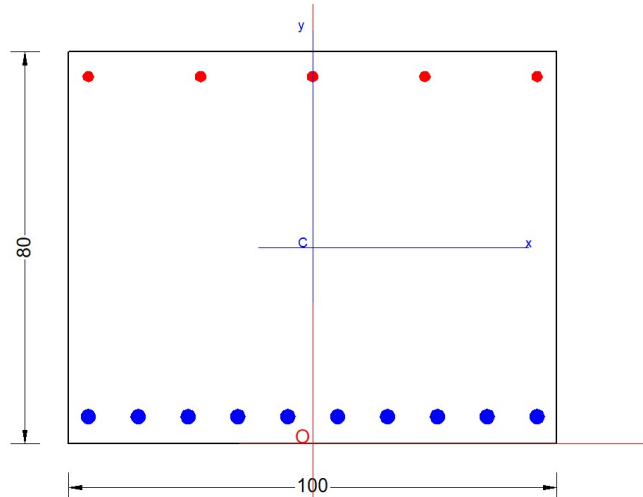
$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$

$V_{Rcd} = 2154.0$ kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ $V_{Rd} = 749.2$ > 630.0 kN c.s. = 1.2

la sezione armata a taglio risulta verificata.

10.5 S2 Soletta superiore – Mezzeria



Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	800	0.80

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C32/40
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	32.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	40.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rara	
rara		0.6 f_{ck}	19.2 N/mm ²
0.8 f_{yk}	360.0 N/mm ²	qperm	
		0.45 f_{ck}	14.4 N/mm ²

Armature				
Lato esterno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
5	22	1900	51	
-	-	-	-	
Aa,tot =		1900		0.24

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	30	7070	55	
Aa,tot =		7070		0.88

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S2.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampa\Calculation\RC SEC Checks\S2\Soletta superiore S2.secEC)

Section description:

Reference code:

Exposure Class:

Structural member of belonging:

Section type:

EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex

XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)

Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]

Predefined section

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	86 di 155

Cross-section shape: Rectangular
 Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
 Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40	
	Design compressive strength fcd:	18.1	MPa
	Shear reduced compressive strength $v1 \cdot fcd$:	9.1	MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0.1200	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0115	Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
	Mean elastic modulus Ecm:	33345.8	MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit Characteristic SLS:	19.2	MPa
	Stress limit Frequent SLS:	19.2	MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300	mm
	Coeff. k3:	3.4000	§ 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250	§ 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4	MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200	mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.0	MPa
	Tensile strength ftk:	540.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	Stirrups:	B500A	
	Characteristic yield stress fyk:	500.0	MPa
	Tensile strength ftk:	540.00	MPa
	Design yield stress fyd:	434.8	MPa
	Design strength ftd:	434.8	MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	80.0	cm
Bottom bars:	10L130 + 5L10	(70.7 cm?)
Top bars:	5L122 + 5L10	(19.0 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.5	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	87 di 155

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	53.00	983.30	25.90	0.00
2	-13.40	444.00	8.00	0.00
3	8.80	-59.90	8.00	0.00
4	39.60	1285.90	25.90	0.00
5	0.50	520.70	-60.10	0.00
6	30.10	837.70	114.10	0.00
7	1.00	28.20	-134.80	0.00
8	-8.30	247.40	-40.50	0.00
9	-0.70	23.00	40.40	0.00
10	-8.30	247.40	-40.50	0.00
11	1.00	28.20	-134.80	0.00
12	-5.00	222.10	134.80	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	39.10	699.60
2	-3.10	132.00
3	-1.20	121.80
4	27.90	951.60
5	-1.20	121.80
6	15.20	464.40

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	31.80	416.70
2	-2.00	120.20
3	-2.00	120.20
4	13.30	836.70
5	-2.00	120.20
6	20.60	734.80

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	1.40	23.30
2	-7.90	233.30
3	1.40	23.30
4	-7.90	233.30
5	1.40	23.30
6	-7.90	233.30

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 2.5 cm
 Min edge distance between longitudinal bars: 3.6 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	53.00	983.30	52.92	1921.84	1.952	65.9	1818.34	---	---	---
2	OK	-13.40	444.00	-13.65	1902.92	4.306	66.3	1800.90	---	---	---
3	OK	8.80	-59.90	9.00	-545.10	9.146	5.4	-524.33	---	---	---
4	OK	39.60	1285.90	39.89	1918.15	1.491	66.0	1814.79	---	---	---
5	OK	0.50	520.70	0.57	1906.99	3.662	66.2	1804.59	---	---	---
6	OK	30.10	837.70	29.88	1915.31	2.285	66.0	1812.35	---	---	---
7	OK	1.00	28.20	1.04	1907.12	67.538	66.2	1804.74	---	---	---
8	OK	-8.30	247.40	-8.33	1904.45	7.743	66.3	1802.24	---	---	---
9	OK	-0.70	23.00	-0.85	1906.59	83.391	66.2	1804.25	---	---	---
10	OK	-8.30	247.40	-8.33	1904.45	7.743	66.3	1802.24	---	---	---
11	OK	1.00	28.20	1.04	1907.12	67.538	66.2	1804.74	---	---	---
12	OK	-5.00	222.10	-5.07	1905.39	8.613	66.3	1803.12	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.00499	80.0	0.00224	74.9	-0.01495	5.5
2	0.00350	-0.00527	80.0	0.00220	74.9	-0.01555	5.5
3	0.00350	-0.01853	0.0	-0.00003	5.5	-0.04463	74.9
4	0.00350	-0.00504	80.0	0.00223	74.9	-0.01507	5.5
5	0.00350	-0.00521	80.0	0.00221	74.9	-0.01542	5.5
6	0.00350	-0.00509	80.0	0.00222	74.9	-0.01516	5.5
7	0.00350	-0.00520	80.0	0.00221	74.9	-0.01541	5.5
8	0.00350	-0.00524	80.0	0.00220	74.9	-0.01550	5.5
9	0.00350	-0.00521	80.0	0.00220	74.9	-0.01543	5.5
10	0.00350	-0.00524	80.0	0.00220	74.9	-0.01550	5.5
11	0.00350	-0.00520	80.0	0.00221	74.9	-0.01541	5.5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

12 0.00350 -0.00523 80.0 0.00220 74.9 -0.01547 5.5

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	6.43	80.0	0.00	50.7	-148.8	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
2	OK	1.20	80.0	0.00	51.3	-28.7	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
3	OK	1.11	80.0	0.00	51.2	-26.4	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
4	OK	8.71	80.0	0.00	50.9	-203.8	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
5	OK	1.11	80.0	0.00	51.2	-26.4	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
6	OK	4.25	80.0	0.00	50.9	-99.4	74.9	13.8	1375	70.7	6.4

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
Ш c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio As eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00083	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000513 (0.00045)	235	0.121(0.20)	475.77
2	OK	-0.00016	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000086 (0.00009)	235	0.020(0.20)	470.56
3	OK	-0.00015	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000079 (0.00008)	235	0.019(0.20)	471.44
4	OK	-0.00114	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000788 (0.00061)	235	0.185(0.20)	474.01
5	OK	-0.00015	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000079 (0.00008)	235	0.019(0.20)	471.44
6	OK	-0.00056	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000298 (0.00030)	235	0.070(0.20)	474.24

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.84	80.0	0.00	50.5	-88.1	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
2	OK	1.09	80.0	0.00	51.2	-26.1	74.9	13.8	1375	70.7	6.4

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	90 di 155

3	OK	1.09	80.0	0.00	51.2	-26.1	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
4	OK	7.64	80.0	0.00	51.0	-179.9	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
5	OK	1.09	80.0	0.00	51.2	-26.1	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
6	OK	6.72	80.0	0.00	50.9	-157.4	74.9	13.8	1375	70.7	6.4

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00049	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000264 (0.00026)	235	0.062 (0.20)	477.13
2	OK	-0.00015	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000078 (0.00008)	235	0.018 (0.20)	471.00
3	OK	-0.00015	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000078 (0.00008)	235	0.018 (0.20)	471.00
4	OK	-0.00101	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000669 (0.00054)	235	0.157 (0.20)	473.13
5	OK	-0.00015	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000078 (0.00008)	235	0.018 (0.20)	471.00
6	OK	-0.00088	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000556 (0.00047)	235	0.131 (0.20)	473.93

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.21	80.0	0.00	50.7	-4.9	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
2	OK	2.11	80.0	0.00	51.4	-50.8	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
3	OK	0.21	80.0	0.00	50.7	-4.9	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
4	OK	2.11	80.0	0.00	51.4	-50.8	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
5	OK	0.21	80.0	0.00	50.7	-4.9	74.9	13.8	1375	70.7	6.4
6	OK	2.11	80.0	0.00	51.4	-50.8	74.9	13.8	1375	70.7	6.4

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00003	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000015 (0.00001)	235	0.003 (0.20)	476.05
2	OK	-0.00028	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000153 (0.00015)	235	0.036 (0.20)	469.88
3	OK	-0.00003	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000015 (0.00001)	235	0.003 (0.20)	476.05
4	OK	-0.00028	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000153 (0.00015)	235	0.036 (0.20)	469.88
5	OK	-0.00003	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000015 (0.00001)	235	0.003 (0.20)	476.05
6	OK	-0.00028	0	0.500	30 4.0	0.051	0.000153 (0.00015)	235	0.036 (0.20)	469.88

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	0.65	0.38	3650	---	---	---	-554.52	70.7	6.0
2	Frequent	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-563.22	70.7	6.2
3	Frequent	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-563.22	70.7	6.2
4	Frequent	Web	0.65	0.38	3700	---	---	---	-560.19	70.7	6.1
5	Frequent	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-563.22	70.7	6.2

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	91 di 155

6	Frequent	Web	0.65	0.38	3700	---	---	---	-559.05	70.7	6.1
1	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3700	---	---	---	-556.03	70.7	6.1
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-564.85	70.7	6.2
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3700	---	---	---	-556.03	70.7	6.1
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-564.85	70.7	6.2
5	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3700	---	---	---	-556.03	70.7	6.1
6	Quasi-perm.	Web	0.65	0.38	3750	---	---	---	-564.85	70.7	6.2

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10$ Ø 30	= 70.69 cm ²
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$ Ø 0	= 0.00 cm ²
$d = 760$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$ Ø 0	= 0.00 cm ²
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		70.69 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 135.0$ kN
-------------------	---------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.513$	<2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.368$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.009$	<0.02
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	<0.2 fcd

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 427.6 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 280.0 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 427.6 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ °	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe	

Armadura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.057 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa} \quad \text{resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

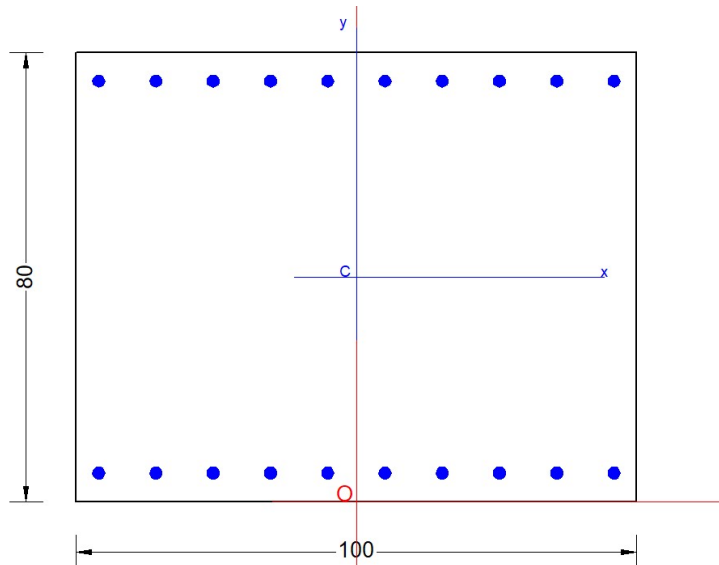
$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 374.6 > 135.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 2.8$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

10.6 S3 Piedritto – Incastro



Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	800	0.80

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C32/40
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	32.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	40.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rara	
rara		0.6 f_{ck}	19.2 N/mm ²
0.8 f_{yk}	360.0 N/mm ²	qperm	
		0.45 f_{ck}	14.4 N/mm ²

Armature				
Lato esterno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	22	3800	51	
-	-	-	-	
Aa,tot =		3800		0.48

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	22	3800	51	
Aa,tot =		3800		0.48

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S3.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampa\Calculation\RC SEC Checks\S3\Soletta superiore S3.secEC)

Section description:

Reference code:

Exposure Class:

Structural member of belonging:

Section type:

EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex

XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)

Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]

Predefined section

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	93 di 155

Cross-section shape: Rectangular
 Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
 Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40	
	Design compressive strength fcd:	18.1	MPa
	Shear reduced compressive strength $v1 \cdot fcd$:	9.1	MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0.1200	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0115	Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020	
	Ultimate strain ecu:	0.0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
	Mean elastic modulus Ecm:	33345.8	MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0	MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00	
	Stress limit Characteristic SLS:	19.2	MPa
	Stress limit Frequent SLS:	19.2	MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300	mm
	Coeff. k3:	3.4000	§ 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250	§ 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4	MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200	mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450.0	MPa
	Tensile strength ftk:	540.0	MPa
	Design yield stress fyd:	391.3	MPa
	Design strength ftd:	391.3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068	
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	Stirrups:	B500A	
	Characteristic yield stress fyk:	500.0	MPa
	Tensile strength ftk:	540.00	MPa
	Design yield stress fyd:	434.8	MPa
	Design strength ftd:	434.8	MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00	MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	80.0	cm
Bottom bars:	10L122 + 5L10	(38.0 cm?)
Top bars:	10L122 + 5L10	(38.0 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	94 di 155

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	1133.30	195.80	10.20	0.00
2	523.20	220.80	-34.60	0.00
3	539.10	-212.50	10.60	0.00
4	523.20	308.80	-36.40	0.00
5	523.20	31.50	-52.40	0.00
6	539.10	64.80	26.60	0.00
7	522.40	-631.60	150.50	0.00
8	226.90	-761.40	184.00	0.00
9	252.80	-881.70	177.50	0.00
10	226.90	894.90	-189.10	0.00
11	252.80	767.20	-193.40	0.00
12	226.90	-761.40	184.00	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	821.30	-9.00
2	370.80	-53.40
3	530.70	-160.50
4	628.90	231.30
5	765.30	-61.20
6	376.20	-73.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	713.00	2.60
2	374.70	-62.90
3	530.40	-182.00
4	635.70	211.10
5	635.70	-13.30
6	530.40	42.30

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	374.70	-6.70
2	374.70	-122.30
3	374.70	-139.20
4	374.60	140.90
5	374.60	25.30
6	374.70	-23.70

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	95 di 155

CHECKS RESULTS

Checks of section OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars: 2.9 cm
Min edge distance between longitudinal bars: 4.0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	1133.30	195.80	1133.06	1449.76	7.404	70.5	1355.09	---	---	---
2	OK	523.20	220.80	522.90	1242.27	5.626	72.3	1178.71	---	---	---
3	OK	539.10	-212.50	539.08	-1247.85	5.872	7.7	-1183.43	---	---	---
4	OK	523.20	308.80	522.90	1242.27	4.023	72.3	1178.71	---	---	---
5	OK	523.20	31.50	522.90	1242.27	39.437	72.3	1178.71	---	---	---
6	OK	539.10	64.80	539.08	1247.85	19.257	72.3	1183.43	---	---	---
7	OK	522.40	-631.60	522.23	-1242.04	1.966	7.6	-1178.60	---	---	---
8	OK	226.90	-761.40	226.90	-1139.99	1.497	6.9	-1089.82	---	---	---
9	OK	252.80	-881.70	252.59	-1148.89	1.303	7.0	-1097.72	---	---	---
10	OK	226.90	894.90	226.90	1139.99	1.274	73.1	1089.82	---	---	---
11	OK	252.80	767.20	252.59	1148.89	1.498	73.0	1097.72	---	---	---
12	OK	226.90	-761.40	226.90	-1139.99	1.497	6.9	-1089.82	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.00916	80.0	0.00162	74.9	-0.02416	5.1
2	0.00350	-0.01218	80.0	0.00117	74.9	-0.03076	5.1
3	0.00350	-0.01209	0.0	0.00118	5.1	-0.03056	74.9
4	0.00350	-0.01218	80.0	0.00117	74.9	-0.03076	5.1
5	0.00350	-0.01218	80.0	0.00117	74.9	-0.03076	5.1
6	0.00350	-0.01209	80.0	0.00118	74.9	-0.03056	5.1
7	0.00350	-0.01219	0.0	0.00117	5.1	-0.03077	74.9
8	0.00350	-0.01385	0.0	0.00092	5.1	-0.03441	74.9
9	0.00350	-0.01370	0.0	0.00094	5.1	-0.03408	74.9
10	0.00350	-0.01385	80.0	0.00092	74.9	-0.03441	5.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

11	0.00350	-0.01370	80.0	0.00094	74.9	-0.03408	5.1
12	0.00350	-0.01385	0.0	0.00092	5.1	-0.03441	74.9

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.96	0.0	0.83	80.0	12.6	5.1	0.0	0	0.0	0.0
2	OK	0.78	0.0	0.03	80.0	1.1	5.1	0.0	0	0.0	0.0
3	OK	1.87	0.0	0.00	51.6	-12.7	5.1	9.5	947	38.0	6.4
4	OK	2.65	80.0	0.00	35.0	-26.6	74.9	11.7	1170	38.0	6.4
5	OK	1.27	0.0	0.40	80.0	6.9	5.1	0.0	0	0.0	0.0
6	OK	0.93	0.0	0.00	71.9	-0.9	5.1	3.2	317	38.0	6.4

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
W c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $As\ eff / Ac\ eff$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr\ max * (e\ sm - e\ cm)$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	0.00007	0	---	---	---	---	---	---	0.00
2	OK	0.00006	0	---	---	---	---	---	---	0.00
3	OK	-0.00008	0	0.500	22 4.0	0.040	0.000038 (0.00004)	229	0.009(0.20)	-875.19
4	OK	-0.00016	0	0.500	22 4.0	0.032	0.000080 (0.00008)	251	0.020(0.20)	737.90
5	OK	0.00010	0	---	---	---	---	---	---	0.00
6	OK	-0.00001	0	0.500	22 4.0	0.120	0.000003 (0.00000)	167	0.000(0.20)	-2107.98

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.80	80.0	0.76	0.0	11.5	74.9	0.0	0	0.0	0.0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	97 di 155

2	OK	0.85	0.0	0.00	76.9	0.3	5.1	1.1	111	38.0	6.4
3	OK	2.10	0.0	0.00	47.1	-18.6	5.1	11.0	1097	38.0	6.4
4	OK	2.44	80.0	0.00	31.8	-20.3	74.9	10.6	1060	38.0	6.4
5	OK	0.79	0.0	0.60	80.0	9.2	5.1	0.0	0	0.0	0.0
6	OK	0.88	80.0	0.28	0.0	4.8	74.9	0.0	0	0.0	0.0

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	0.00006	0	---	---	---	---	---	---	0.00
2	OK	0.00000	0	0.500	22 4.0	0.341	0.000001 (0.00000)	147	0.000 (0.20)	-5446.06
3	OK	-0.00011	0	0.500	22 4.0	0.035	0.000056 (0.00006)	244	0.014 (0.20)	-778.49
4	OK	-0.00012	0	0.500	22 4.0	0.036	0.000061 (0.00006)	240	0.015 (0.20)	800.38
5	OK	0.00006	0	---	---	---	---	---	---	0.00
6	OK	0.00002	0	---	---	---	---	---	---	0.00

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.46	0.0	0.36	80.0	5.5	5.1	0.0	0	0.0	0.0
2	OK	1.42	0.0	0.00	48.8	-11.4	5.1	10.4	1040	38.0	6.4
3	OK	1.60	0.0	0.00	44.7	-16.3	5.1	11.8	1180	38.0	6.4
4	OK	1.61	80.0	0.00	35.7	-16.8	74.9	11.9	1193	38.0	6.4
5	OK	0.59	80.0	0.23	0.0	3.8	74.9	0.0	0	0.0	0.0
6	OK	0.58	0.0	0.24	80.0	4.0	5.1	0.0	0	0.0	0.0

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	0.00003	0	---	---	---	---	---	---	0.00
2	OK	-0.00007	0	0.500	22 4.0	0.037	0.000034 (0.00003)	238	0.008 (0.20)	-812.72
3	OK	-0.00010	0	0.500	22 4.0	0.032	0.000049 (0.00005)	252	0.012 (0.20)	-732.59
4	OK	-0.00010	0	0.500	22 4.0	0.032	0.000050 (0.00005)	253	0.013 (0.20)	726.20
5	OK	0.00002	0	---	---	---	---	---	---	0.00
6	OK	0.00004	0	---	---	---	---	---	---	0.00

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Frc	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	---	---	0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Frequent	Web	0.65	-2.73	300	---	---	---	-47.38	38.0	-3.6
3	Frequent	Web	0.65	0.18	2200	---	---	---	-332.13	38.0	1.7
4	Frequent	Web	0.65	0.17	2150	---	---	---	-323.04	38.0	1.6

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

5	Frequent	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Frequent	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
1	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.16	2100	---	---	---	-318.14	38.0	1.5
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.21	2350	---	---	---	-352.93	38.0	2.2
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.21	2350	---	---	---	-356.05	38.0	2.2
5	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10$ Ø	$22 = 38.01$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm ²
$d = 760$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm ²
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		38.01 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 194.0$ kN
-------------------	---------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.513$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.368$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.005$	< 0.02
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	f_{cd}

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 347.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 280.0 \text{ kN})$$

$V_{Rd} = 347.7$ kN valore di calcolo
 la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ °	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe	

Armadura a taglio (staffatura):

$A_{sw/s} =$ staffe Ø 12 mm con n° bracci (trasv)	2	passo	40	cm	=	0.057	cm ² /cm
$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw/s}) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$		V_{Rsd}	=	374.6	kN		

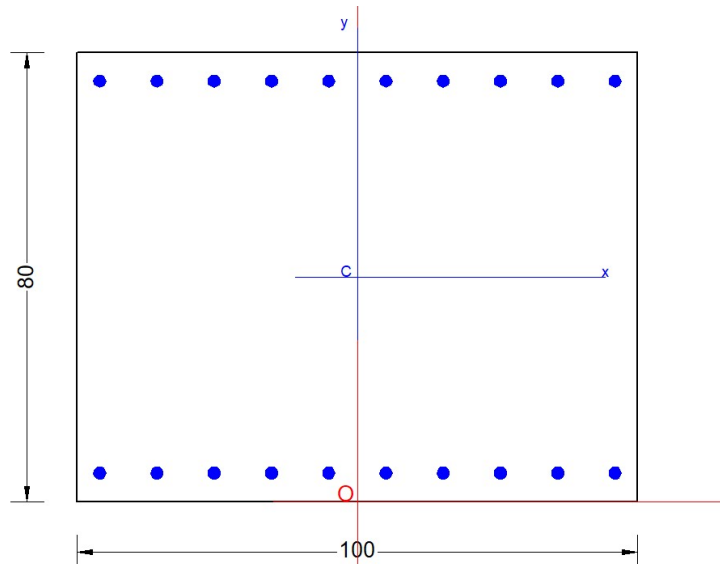
$f_{cd} = 9.07$ MPa	resist. di calcolo ridotta
$\alpha_c = 1.000$	coeff. maggiorativo

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot \theta^2)$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 374.6 > 194.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.9$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

10.7 S4 Piedritto – Spiccato



Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	800	0.85

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C32/40
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	32.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	40.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rar	
rara		0.6 f_{ck}	19.2 N/mm ²
0.8 f_{yk}	360.0 N/mm ²	qperm	
		0.45 f_{ck}	14.4 N/mm ²

Armature				
Lato esterno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	22	3800	51	
-	-	-	-	
Aa,tot =		3800		0.48

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
10	22	3800	51	
		0		
Aa,tot =		3800		0.48

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S4.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampal\Calculation\RC SEC Checks\S4\Soletta superiore S4.secEC)

Section description:
Reference code: EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging: Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type: Predefined section
Cross-section shape: Rectangular
Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	100 di 155

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40
	Design compressive strength fcd:	18.1 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	9.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd.c:	0.1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0115 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	33345.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit Characteristic SLS:	19.2 MPa
	Stress limit Frequent SLS:	19.2 MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300 mm
	Coeff. k3:	3.4000 § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250 § 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4 MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200 mm
	STEEL -	Longitudinal Bars:
Characteristic yield stress fyk:		450.0 MPa
Tensile strength ftk:		540.0 MPa
Design yield stress fyd:		391.3 MPa
Design strength ftd:		391.3 MPa
Design ultimate strain esu:		0.068
Mean elastic modulus Es:		200000.0 MPa
Stirrups:		B500A
Characteristic yield stress fyk:		500.0 MPa
Tensile strength ftk:		540.00 MPa
Design yield stress fyd:		434.8 MPa
Design strength ftd:		434.8 MPa
Mean elastic modulus Es:		200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:		360.00 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	80.0	cm
Bottom bars:	10L22 + 5L10	(38.0 cm?)
Top bars:	10L22 + 5L10	(38.0 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.1	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	976.60	186.70	31.50	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	101 di 155

2	366.50	251.10	-5.50	0.00
3	755.40	-420.20	-43.20	0.00
4	771.80	424.70	6.70	0.00
5	843.00	-329.80	-101.30	0.00
6	976.60	405.90	45.00	0.00
7	114.70	64.60	116.90	0.00
8	402.50	157.50	112.50	0.00
9	384.40	-153.60	-110.80	0.00
10	402.50	157.50	112.50	0.00
11	132.80	-63.30	-116.50	0.00
12	114.70	64.60	116.90	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	705.30	122.00
2	254.70	-46.30
3	540.80	-324.10
4	584.90	325.20
5	649.20	-306.80
6	705.30	307.10

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	597.00	77.90
2	258.60	-46.70
3	540.60	-323.40
4	561.00	329.50
5	566.60	-315.30
6	587.00	321.50

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	258.60	31.40
2	258.60	-122.90
3	258.60	-124.70
4	258.60	124.50
5	258.60	-29.70
6	258.60	29.60

CHECKS RESULTS

Checks of section OK for all assigned combinations

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	102 di 155

Min edge cover of longitudinal bars: 2.9 cm
Min edge distance between longitudinal bars: 4.0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As TensionArea bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	976.60	186.70	976.61	1397.09	7.483	71.0	1310.64	---	---	---
2	OK	366.50	251.10	366.54	1188.37	4.733	72.7	1132.01	---	---	---
3	OK	755.40	-420.20	755.44	-1321.99	3.146	8.3	-1246.84	---	---	---
4	OK	771.80	424.70	771.80	1327.55	3.126	71.7	1251.68	---	---	---
5	OK	843.00	-329.80	843.10	-1351.82	4.099	8.6	-1272.25	---	---	---
6	OK	976.60	405.90	976.61	1397.09	3.442	71.0	1310.64	---	---	---
7	OK	114.70	64.60	114.98	1101.15	17.046	73.3	1055.40	---	---	---
8	OK	402.50	157.50	402.47	1200.76	7.624	72.7	1142.69	---	---	---
9	OK	384.40	-153.60	384.20	-1194.46	7.776	7.3	-1137.39	---	---	---
10	OK	402.50	157.50	402.47	1200.76	7.624	72.7	1142.69	---	---	---
11	OK	132.80	-63.30	132.69	-1107.31	17.493	6.7	-1061.01	---	---	---
12	OK	114.70	64.60	114.98	1101.15	17.046	73.3	1055.40	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.00988	80.0	0.00151	74.9	-0.02574	5.1
2	0.00350	-0.01304	80.0	0.00104	74.9	-0.03263	5.1
3	0.00350	-0.01096	0.0	0.00135	5.1	-0.02809	74.9
4	0.00350	-0.01088	80.0	0.00136	74.9	-0.02792	5.1
5	0.00350	-0.01053	0.0	0.00141	5.1	-0.02715	74.9
6	0.00350	-0.00988	80.0	0.00151	74.9	-0.02574	5.1
7	0.00350	-0.01451	80.0	0.00082	74.9	-0.03584	5.1
8	0.00350	-0.01285	80.0	0.00107	74.9	-0.03221	5.1
9	0.00350	-0.01294	0.0	0.00105	5.1	-0.03242	74.9
10	0.00350	-0.01285	80.0	0.00107	74.9	-0.03221	5.1
11	0.00350	-0.01440	0.0	0.00084	5.1	-0.03560	74.9
12	0.00350	-0.01451	80.0	0.00082	74.9	-0.03584	5.1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.63	80.0	0.00	4.2	0.2	74.9	1.5	153	38.0	6.4
2	OK	0.61	0.0	0.00	74.0	-0.2	5.1	2.2	224	38.0	6.4
3	OK	3.62	0.0	0.00	34.1	-65.4	5.1	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	3.65	80.0	0.00	44.8	-61.7	74.9	12.8	1275	38.0	6.4
5	OK	3.47	0.0	0.00	38.5	-49.5	5.1	12.8	1275	38.0	6.4
6	OK	3.49	80.0	0.00	39.7	-45.0	74.9	12.8	1275	38.0	6.4

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
W c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio As eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00001	0	0.500	22 4.0	0.248	0.000000 (0.00000)	151	0.000(0.20)	4044.14
2	OK	0.00000	0	0.500	22 4.0	0.170	0.000001 (0.00000)	158	0.000(0.20)	-2868.60
3	OK	-0.00037	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000196 (0.00020)	261	0.051(0.20)	-576.29
4	OK	-0.00035	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000185 (0.00019)	261	0.048(0.20)	592.35
5	OK	-0.00028	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000149 (0.00015)	261	0.039(0.20)	-635.59
6	OK	-0.00026	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000135 (0.00014)	261	0.035(0.20)	663.13

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.20	80.0	0.10	0.0	2.6	74.9	0.0	0	0.0	0.0
2	OK	0.61	0.0	0.00	74.3	-0.2	5.1	2.1	214	38.0	6.4
3	OK	3.61	0.0	0.00	34.1	-65.2	5.1	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	3.68	80.0	0.00	45.7	-65.4	74.9	12.8	1275	38.0	6.4
5	OK	3.54	0.0	0.00	35.3	-59.8	5.1	12.8	1275	38.0	6.4

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	104 di 155

6 OK 3.61 80.0 0.00 44.5 -60.2 74.9 12.8 1275 38.0 6.4

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	0.00001	0	---	---	---	---	---	---	0.00
2	OK	0.00000	0	0.500	22 4.0	0.177	0.000001 (0.00000)	157	0.000 (0.20)	-2981.20
3	OK	-0.00037	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000196 (0.00020)	261	0.051 (0.20)	-576.65
4	OK	-0.00037	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000196 (0.00020)	261	0.051 (0.20)	580.40
5	OK	-0.00034	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000180 (0.00018)	261	0.047 (0.20)	-592.15
6	OK	-0.00034	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000180 (0.00018)	261	0.047 (0.20)	595.82

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.50	80.0	0.06	0.0	1.3	74.9	0.0	0	0.0	0.0
2	OK	1.39	0.0	0.00	38.3	-20.0	5.1	12.8	1275	38.0	6.4
3	OK	1.41	0.0	0.00	38.0	-20.6	5.1	12.8	1275	38.0	6.4
4	OK	1.41	80.0	0.00	41.9	-20.5	74.9	12.8	1275	38.0	6.4
5	OK	0.49	0.0	0.07	80.0	1.5	5.1	0.0	0	0.0	0.0
6	OK	0.49	80.0	0.07	0.0	1.5	74.9	0.0	0	0.0	0.0

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	0.00000	0	---	---	---	---	---	---	0.00
2	OK	-0.00011	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000060 (0.00006)	261	0.016 (0.20)	-633.86
3	OK	-0.00012	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000062 (0.00006)	261	0.016 (0.20)	-629.47
4	OK	-0.00012	0	0.500	22 4.0	0.030	0.000062 (0.00006)	261	0.016 (0.20)	629.95
5	OK	0.00004	0	---	---	---	---	---	---	0.00
6	OK	0.00001	0	---	---	---	---	---	---	0.00

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Frequent	Web	0.65	-1.19	550	---	---	---	-86.58	38.0	-2.9
3	Frequent	Web	0.65	0.31	2950	---	---	---	-448.37	38.0	4.0
4	Frequent	Web	0.65	0.30	2950	---	---	---	-445.48	38.0	3.9
5	Frequent	Web	0.65	0.30	2900	---	---	---	-436.64	38.0	3.8
6	Frequent	Web	0.65	0.30	2850	---	---	---	-433.94	38.0	3.7
1	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.27	2700	---	---	---	-407.92	38.0	3.2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.27	2700	---	---	---	-410.74	38.0	3.2
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.27	2700	---	---	---	-410.44	38.0	3.2
5	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0
6	Quasi-perm.	Web			0	---	---	---	0.00	0.0	0.0

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 22$	$= 38.01 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 760$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		38.01 cm^2

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 117.0$ kN
-------------------	---------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.513$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.368$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.005$	< 0.02
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 347.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 280.0 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 347.7 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ °	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe	

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw/s} = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.057 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw/s}) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa} \quad \text{resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$$

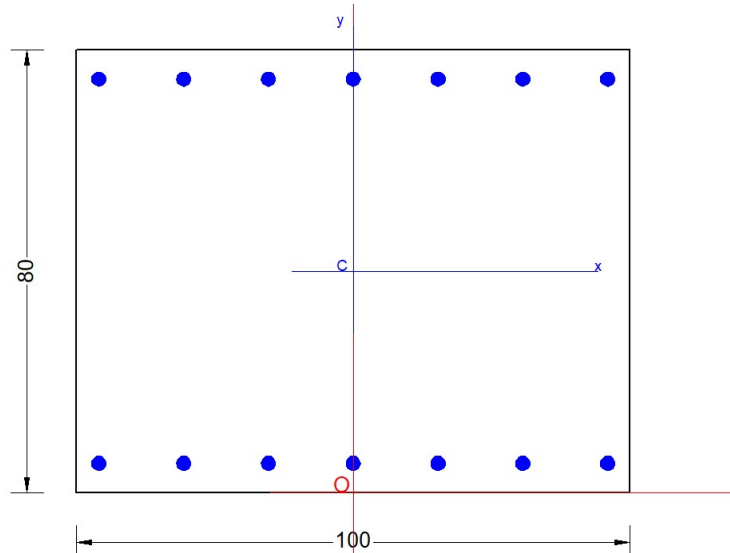
$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$$

$$V_{Rd} = 374.6 > 117.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 3.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

10.8 S5 Piedritto – Mezzeria



Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	800	0.85

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C32/40
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	32.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	40.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rara	0.6 f_{ck} 19.2 N/mm ²
rara		qperm	
$0.8f_{yk}$	360.0 N/mm ²	$0.45 f_{ck}$	14.4 N/mm ²

Armature				
Lato esterno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
7	26	3720	53	
-	-	-	-	
Aa,tot = 3720				0.47

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
7	26	3720	53	
		0		
Aa,tot = 3720				0.47

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S5.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampa\Calculation\RC SEC Checks\S5\Soletta superiore S5.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant axial force to achieve bending ULS

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40
	Design compressive strength fcd:	18.1 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	9.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0.1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0115 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	33345.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit Characteristic SLS:	19.2 MPa
	Stress limit Frequent SLS:	19.2 MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300 mm
	Coeff. k3:	3.4000 § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250 § 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4 MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200 mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.0 MPa
	Tensile strength ftk:	540.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	Stirrups:	B500A
	Characteristic yield stress fyk:	500.0 MPa
	Tensile strength ftk:	540.00 MPa
	Design yield stress fyd:	434.8 MPa
	Design strength ftd:	434.8 MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	80.0	cm
Bottom bars:	7W26	(37.2 cm?)
Top bars:	7W26	(37.2 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.3	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.3	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N. N Mx Vy MT

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	108 di 155

1	820.00	680.50	49.60	0.00
2	209.80	232.70	-0.80	0.00
3	686.40	-911.30	-99.00	0.00
4	820.00	680.50	49.60	0.00
5	686.40	-911.30	-99.00	0.00
6	820.00	680.50	49.60	0.00
7	282.50	672.60	64.90	0.00
8	2.50	605.20	69.30	0.00
9	272.20	-658.50	-63.20	0.00
10	282.50	672.60	64.90	0.00
11	12.90	-601.50	-68.90	0.00
12	2.50	605.20	69.30	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	589.20	280.20
2	138.60	-39.20
3	533.20	-550.60
4	589.20	511.70
5	533.20	-550.60
6	589.20	511.70

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	480.90	180.20
2	142.50	-35.10
3	450.50	-603.60
4	470.90	498.70
5	450.50	-603.60
6	470.90	498.70

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	142.60	-117.40
2	142.50	-62.30
3	142.60	-130.80
4	142.50	130.60
5	142.50	-75.70
6	142.60	75.50

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

CHECKS RESULTS

Checks of section OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars: 2.7 cm
 Min edge distance between longitudinal bars: 12.7 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	820.00	680.50	820.24	1315.51	1.933	71.4	1239.66	---	---	---
2	OK	209.80	232.70	210.08	1106.67	4.756	73.0	1058.62	---	---	---
3	OK	686.40	-911.30	686.34	-1270.08	1.394	8.3	-1200.82	---	---	---
4	OK	820.00	680.50	820.24	1315.51	1.933	71.4	1239.66	---	---	---
5	OK	686.40	-911.30	686.34	-1270.08	1.394	8.3	-1200.82	---	---	---
6	OK	820.00	680.50	820.24	1315.51	1.933	71.4	1239.66	---	---	---
7	OK	282.50	672.60	282.23	1131.58	1.682	72.8	1080.71	---	---	---
8	OK	2.50	605.20	2.33	1034.82	1.710	73.5	994.86	---	---	---
9	OK	272.20	-658.50	272.47	-1128.21	1.713	7.2	-1077.49	---	---	---
10	OK	282.50	672.60	282.23	1131.58	1.682	72.8	1080.71	---	---	---
11	OK	12.90	-601.50	13.00	-1038.51	1.727	6.6	-997.98	---	---	---
12	OK	2.50	605.20	2.33	1034.82	1.710	73.5	994.86	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.01039	80.0	0.00135	74.7	-0.02676	5.3
2	0.00350	-0.01362	80.0	0.00085	74.7	-0.03380	5.3
3	0.00350	-0.01104	0.0	0.00125	5.3	-0.02818	74.7
4	0.00350	-0.01039	80.0	0.00135	74.7	-0.02676	5.3
5	0.00350	-0.01104	0.0	0.00125	5.3	-0.02818	74.7
6	0.00350	-0.01039	80.0	0.00135	74.7	-0.02676	5.3
7	0.00350	-0.01320	80.0	0.00092	74.7	-0.03289	5.3
8	0.00350	-0.01483	80.0	0.00067	74.7	-0.03645	5.3
9	0.00350	-0.01326	0.0	0.00091	5.3	-0.03301	74.7
10	0.00350	-0.01320	80.0	0.00092	74.7	-0.03289	5.3

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	110 di 155

11	0.00350	-0.01477	0.0	0.00068	5.3	-0.03630	74.7
12	0.00350	-0.01483	80.0	0.00067	74.7	-0.03645	5.3

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.21	80.0	0.00	42.1	-46.7	74.7	13.3	1325	37.2	14.9
2	OK	0.46	0.0	0.00	54.9	-2.7	5.3	8.7	870	37.2	14.9
3	OK	6.04	0.0	0.00	27.6	-154.4	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
4	OK	5.67	80.0	0.00	50.9	-133.2	74.7	13.3	1325	37.2	14.9
5	OK	6.04	0.0	0.00	27.6	-154.4	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
6	OK	5.67	80.0	0.00	50.9	-133.2	74.7	13.3	1325	37.2	14.9

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
Ш c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio As eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00027	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000140 (0.00014)	294	0.041(0.20)	626.80
2	OK	-0.00002	0	0.500	26 4.0	0.043	0.000008 (0.00001)	240	0.002(0.20)	-929.79
3	OK	-0.00086	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000463 (0.00046)	294	0.136(0.20)	-498.26
4	OK	-0.00074	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000400 (0.00040)	294	0.117(0.20)	515.31
5	OK	-0.00086	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000463 (0.00046)	294	0.136(0.20)	-498.26
6	OK	-0.00074	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000400 (0.00040)	294	0.117(0.20)	515.31

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
---------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	111 di 155

1	OK	2.09	80.0	0.00	35.9	-21.9	74.7	12.0	1200	37.2	14.9
2	OK	0.42	0.0	0.00	60.1	-1.6	5.3	6.8	678	37.2	14.9
3	OK	6.53	0.0	0.00	25.9	-184.4	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
4	OK	5.46	80.0	0.00	52.6	-141.2	74.7	13.3	1325	37.2	14.9
5	OK	6.53	0.0	0.00	25.9	-184.4	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
6	OK	5.46	80.0	0.00	52.6	-141.2	74.7	13.3	1325	37.2	14.9

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00013	0	0.500	26 4.0	0.031	0.000066 (0.00007)	279	0.018 (0.20)	719.38
2	OK	-0.00001	0	0.500	26 4.0	0.055	0.000005 (0.00000)	217	0.001 (0.20)	-1129.49
3	OK	-0.00102	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000553 (0.00055)	294	0.162 (0.20)	-479.03
4	OK	-0.00079	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000424 (0.00042)	294	0.124 (0.20)	496.09
5	OK	-0.00102	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000553 (0.00055)	294	0.162 (0.20)	-479.03
6	OK	-0.00079	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000424 (0.00042)	294	0.124 (0.20)	496.09

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.31	0.0	0.00	32.9	-29.6	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
2	OK	0.71	0.0	0.00	42.3	-9.4	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
3	OK	1.46	0.0	0.00	32.0	-34.7	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
4	OK	1.45	80.0	0.00	51.2	-34.9	74.7	13.3	1325	37.2	14.9
5	OK	0.85	0.0	0.00	38.6	-14.0	5.3	13.3	1325	37.2	14.9
6	OK	0.86	80.0	0.00	44.1	-14.0	74.7	13.3	1325	37.2	14.9

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00017	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000089 (0.00009)	294	0.026 (0.20)	-521.47
2	OK	-0.00005	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000028 (0.00003)	294	0.008 (0.20)	-654.25
3	OK	-0.00019	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000104 (0.00010)	294	0.031 (0.20)	-509.48
4	OK	-0.00019	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000105 (0.00010)	294	0.031 (0.20)	509.56
5	OK	-0.00008	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000042 (0.00004)	294	0.012 (0.20)	-596.89
6	OK	-0.00008	0	0.500	26 4.0	0.028	0.000042 (0.00004)	294	0.012 (0.20)	597.70

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL [§ 7.3.2 EC2]

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	0.65	0.21	2350	---	---	---	-356.46	37.2	2.2
2	Frequent	Web	0.65	-0.04	1500	---	---	---	-227.04	37.2	-0.3
3	Frequent	Web	0.65	0.37	3550	---	---	---	-535.32	37.2	5.7

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	112 di 155

4	Frequent	Web	0.65	0.35	3400	---	---	---	-516.89	37.2	5.3
5	Frequent	Web	0.65	0.37	3550	---	---	---	-535.32	37.2	5.7
6	Frequent	Web	0.65	0.35	3400	---	---	---	-516.89	37.2	5.3
1	Quasi-perm.	Web	0.65	0.34	3250	---	---	---	-491.75	37.2	4.8
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.26	2600	---	---	---	-391.95	37.2	2.9
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.35	3350	---	---	---	-503.31	37.2	5.1
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.35	3350	---	---	---	-503.22	37.2	5.1
5	Quasi-perm.	Web	0.65	0.29	2850	---	---	---	-429.62	37.2	3.6
6	Quasi-perm.	Web	0.65	0.29	2850	---	---	---	-429.03	37.2	3.6

Verifica a taglio
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5
• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5$ Ø	$22 = 19.01$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm ²
$d = 760$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$ Ø	$0 = 0.00$ cm ²
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		19.01 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 70.0$ kN
-------------------	--------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.513$	<2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.368$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.003$	<0.02
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	fed

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$(con (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 280.0 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 276.0 \text{ kN};$$

$$V_{Rd} = 280.0 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ °	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe	

Armatura a taglio (staffatura):

A_{sw}/s staffe	$= \emptyset 12$ mm con n° bracci (trasv)	2	passo	40 cm	$= 0.057$ cm ² /cm
-------------------	---	-----	-------	---------	-------------------------------

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$$

$$f_{ed} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \text{ coeff. maggiorativo}$$

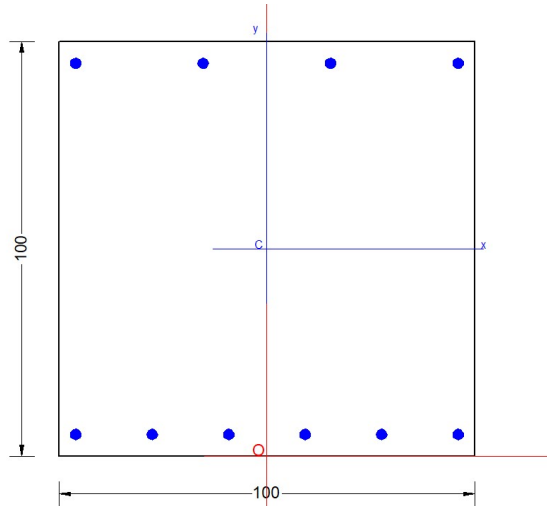
$$V_{Red} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{ed} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$$

$$V_{Red} = 2154.0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Red}, V_{Rsd}) = 374.6 > 70.0 \text{ kN} \text{ c.s.} = 5.4$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

10.9 S6 Soletta di fondazione – Appoggio



Sezione

Carpenteria

b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	1000	1.00

Copriferro

lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali

Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C25/30
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	25.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	30.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rara	
rara		0.6 f_{ck}	15.0 N/mm ²
0.8 f_{yk}	360.0 N/mm ²	qperm	
		0.45 f_{ck}	11.25 N/mm ²

Armature

Lato inferiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
6	26	3186	60	
-	-	-	-	
Aa,tot =			3186	0.35

Lato superiore				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
4	26	2124	60	
		0		
Aa,tot =			2124	0.22

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S6.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampal\Calculation\RC SEC Checks\S6\Soletta superiore S6.secEC)

Section description:

Reference code: EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
 Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
 Structural member of belonging: Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
 Section type: Predefined section
 Cross-section shape: Rectangular
 Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
 Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	114 di 155

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C25/30
	Design compressive strength fcd:	14.2 MPa
	Shear reduced compressive strength $v1 \cdot fcd$:	7.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd.c:	0.1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0102 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	31475.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	2.6 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit Characteristic SLS:	15.0 MPa
	Stress limit Frequent SLS:	15.0 MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300 mm
	Coeff. k3:	3.4000 § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250 § 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	11.3 MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200 mm
	STEEL -	Longitudinal Bars:
Characteristic yield stress fyk:		450.0 MPa
Tensile strength ftk:		540.0 MPa
Design yield stress fyd:		391.3 MPa
Design strength ftd:		391.3 MPa
Design ultimate strain esu:		0.068
Mean elastic modulus Es:		200000.0 MPa
Stirrups:		B500A
Characteristic yield stress fyk:		500.0 MPa
Tensile strength ftk:		540.00 MPa
Design yield stress fyd:		434.8 MPa
Design strength ftd:		434.8 MPa
Mean elastic modulus Es:		200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:		360.00 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	100.0	cm
Bottom bars:	6L26	(31.9 cm?)
Top bars:	4L26 + 5L10	(21.2 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.3	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.3	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	-89.70	-161.80	-462.50	0.00
2	92.20	390.70	554.10	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	115 di 155

3	-56.20	-306.50	-456.70	0.00
4	82.60	544.30	560.20	0.00
5	-18.60	139.60	-575.50	0.00
6	12.10	253.70	618.80	0.00
7	217.20	706.10	299.10	0.00
8	-141.80	-502.00	124.30	0.00
9	-135.40	-614.80	105.50	0.00
10	212.90	824.00	289.60	0.00
11	197.90	805.90	-303.50	0.00
12	217.20	706.10	299.10	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	45.10	121.90
2	-15.80	92.70
3	4.00	-73.40
4	29.10	273.40
5	-12.70	113.50
6	8.50	192.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	42.30	100.70
2	-21.80	75.00
3	-8.50	-138.30
4	28.90	314.10
5	0.30	193.40
6	28.90	314.10

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	43.60	63.40
2	0.00	67.80
3	34.00	44.00
4	37.00	170.10
5	29.90	168.00
6	37.00	170.10

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 2.7 cm
Min edge distance between longitudinal bars: 8.9 cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

1	OK	-89.70	-161.80	-89.95	-721.75	4.297	5.6	-698.51	---	---	---
2	OK	92.20	390.70	92.17	1174.14	3.000	92.3	1118.80	---	---	---
3	OK	-56.20	-306.50	-55.97	-736.99	2.382	5.6	-712.41	---	---	---
4	OK	82.60	544.30	82.73	1169.97	2.147	92.4	1115.09	---	---	---
5	OK	-18.60	139.60	-18.59	1125.10	8.145	92.8	1076.23	---	---	---
6	OK	12.10	253.70	11.99	1138.64	4.486	92.6	1088.16	---	---	---
7	OK	217.20	706.10	217.18	1229.26	1.738	91.8	1166.28	---	---	---
8	OK	-141.80	-502.00	-141.71	-698.53	1.382	5.5	-676.75	---	---	---
9	OK	-135.40	-614.80	-135.59	-701.28	1.138	5.5	-679.39	---	---	---
10	OK	212.90	824.00	212.74	1227.30	1.488	91.8	1164.69	---	---	---
11	OK	197.90	805.90	197.86	1220.75	1.513	91.9	1158.96	---	---	---
12	OK	217.20	706.10	217.18	1229.26	1.738	91.8	1166.28	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.02349	0.0	0.00016	5.3	-0.05615	94.7
2	0.00350	-0.01606	100.0	0.00108	94.7	-0.03971	5.3
3	0.00350	-0.02316	0.0	0.00020	5.3	-0.05540	94.7
4	0.00350	-0.01616	100.0	0.00107	94.7	-0.03994	5.3
5	0.00350	-0.01721	100.0	0.00094	94.7	-0.04227	5.3
6	0.00350	-0.01690	100.0	0.00098	94.7	-0.04157	5.3
7	0.00350	-0.01481	100.0	0.00124	94.7	-0.03696	5.3
8	0.00350	-0.02400	0.0	0.00010	5.3	-0.05727	94.7
9	0.00350	-0.02394	0.0	0.00011	5.3	-0.05714	94.7
10	0.00350	-0.01486	100.0	0.00123	94.7	-0.03706	5.3
11	0.00350	-0.01501	100.0	0.00121	94.7	-0.03739	5.3
12	0.00350	-0.01481	100.0	0.00124	94.7	-0.03696	5.3

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	117 di 155

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.02	100.0	0.00	72.7	-37.6	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
2	OK	0.72	100.0	0.00	77.9	-35.6	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
3	OK	0.65	0.0	0.00	19.3	-38.1	5.3	13.3	1325	21.2	11.2
4	OK	2.22	100.0	0.00	75.3	-94.3	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
5	OK	0.89	100.0	0.00	77.3	-42.6	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
6	OK	1.55	100.0	0.00	75.9	-67.9	94.7	13.3	1325	31.9	17.9

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
W c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $As\ eff / Ac\ eff$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00020	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000113 (0.00011)	320	0.036(0.20)	552.40
2	OK	-0.00019	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000107 (0.00011)	320	0.034(0.20)	500.37
3	OK	-0.00020	0	0.500	26 4.0	0.016	0.000114 (0.00011)	412	0.047(0.20)	-507.46
4	OK	-0.00051	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000283 (0.00028)	320	0.090(0.20)	525.74
5	OK	-0.00023	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000128 (0.00013)	320	0.041(0.20)	505.52
6	OK	-0.00036	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000204 (0.00020)	320	0.065(0.20)	519.82

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.84	100.0	0.00	72.2	-30.4	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
2	OK	0.57	100.0	0.00	78.9	-30.1	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
3	OK	1.21	0.0	0.00	18.4	-75.3	5.3	13.3	1325	21.2	11.2
4	OK	2.54	100.0	0.00	75.4	-108.9	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
5	OK	1.55	100.0	0.00	76.3	-69.5	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
6	OK	2.54	100.0	0.00	75.4	-108.9	94.7	13.3	1325	31.9	17.9

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	118 di 155

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00016	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000091 (0.00009)	320	0.029 (0.20)	557.77
2	OK	-0.00016	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000090 (0.00009)	320	0.029 (0.20)	490.10
3	OK	-0.00040	0	0.500	26 4.0	0.016	0.000226 (0.00023)	412	0.093 (0.20)	-496.52
4	OK	-0.00059	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000327 (0.00033)	320	0.105 (0.20)	524.35
5	OK	-0.00037	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000209 (0.00021)	320	0.067 (0.20)	515.83
6	OK	-0.00059	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000327 (0.00033)	320	0.105 (0.20)	524.35

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	0.54	100.0	0.00	69.3	-16.9	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
2	OK	0.54	100.0	0.00	76.3	-24.4	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
3	OK	0.38	100.0	0.00	67.9	-11.2	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
4	OK	1.40	100.0	0.00	74.2	-56.0	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
5	OK	1.37	100.0	0.00	74.6	-56.2	94.7	13.3	1325	31.9	17.9
6	OK	1.40	100.0	0.00	74.2	-56.0	94.7	13.3	1325	31.9	17.9

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	W c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00009	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000051 (0.00005)	320	0.016 (0.20)	588.36
2	OK	-0.00013	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000073 (0.00007)	320	0.023 (0.20)	515.69
3	OK	-0.00006	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000034 (0.00003)	320	0.011 (0.20)	598.80
4	OK	-0.00030	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000168 (0.00017)	320	0.054 (0.20)	536.65
5	OK	-0.00030	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000169 (0.00017)	320	0.054 (0.20)	532.72
6	OK	-0.00030	0	0.500	26 4.0	0.024	0.000168 (0.00017)	320	0.054 (0.20)	536.65

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	0.65	0.37	4550	254.20	2.54	1.50	---	31.9	6.3
2	Frequent	Web	0.65	0.42	5200	-99.43	-0.99	0.67	---	31.9	8.2
3	Frequent	Web	0.65	0.41	5100	-61.29	-0.61	0.67	---	21.2	7.8
4	Frequent	Web	0.65	0.39	4850	79.57	0.80	1.50	---	31.9	7.0
5	Frequent	Web	0.65	0.40	4950	35.03	0.35	1.50	---	31.9	7.3
6	Frequent	Web	0.65	0.39	4850	79.57	0.80	1.50	---	31.9	7.0
1	Quasi-perm.	Web	0.65	0.36	4300	414.06	4.14	1.50	---	31.9	5.7
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.40	4950	34.28	0.34	1.50	---	31.9	7.3
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.35	4250	468.59	4.69	1.50	---	31.9	5.5
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.39	4750	143.85	1.44	1.50	---	31.9	6.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

5	Quasi-perm.	Web	0.65	0.39	4750	123.27	1.23	1.50	---	31.9	6.8
6	Quasi-perm.	Web	0.65	0.39	4750	143.85	1.44	1.50	---	31.9	6.8

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1000$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 40$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 25$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 6 \text{ } \emptyset 26$	$= 31.86 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 960$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 14.17$ MPa	resist. di calcolo		31.86 cm^2

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$ kN	$V_{ed} = 619.0$ kN
-------------------	---------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1.456$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0.308$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$	$\rho_1 = 0.003$	< 0.02
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0.00$ MPa	$< 0.2 f_{cd}$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 339.6 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 295.3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 339.6 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 22.0$ °	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90.0$ °	inclinaz. staffe	

Armatura a taglio (staffatura):

A_{sw}/s staffe	$= \emptyset 12$ mm con n° bracci (trasv)	2	passo	30 cm	$= 0.075 \text{ cm}^2/\text{cm}$
-------------------	---	-----	-------	---------	----------------------------------

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$$

$$f_{cd} = 7.08 \text{ MPa} \quad \text{resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$$

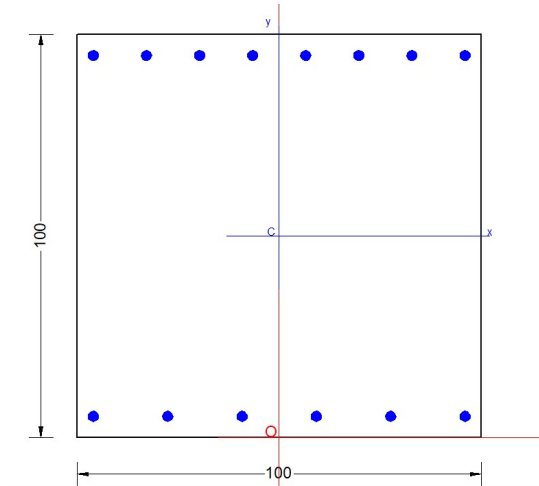
$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 630.9 > 619.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.0$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	120 di 155

10.10 S7 Soletta di fondazione – Mezzeria



Sezione

Carpenteria		
b	h	Acls
mm	mm	m ²
1000	1000	1.00

Copriferro	
lato	c [mm]
esterno	40
interno	40

Materiali			
Barre acciaio		Calcestruzzo	
Tipo	B450C	Tipo	C25/30
f_{yk}	450.0 N/mm ²	f_{ck}	25.0 N/mm ²
γ_M	1.15 -	R_{ck}	30.0 N/mm ²
f_{yd}	391.3 N/mm ²	rara	
rara		0.6 f_{ck}	15.0 N/mm ²
0.8 f_{yk}	360.0 N/mm ²	qperm	
		0.45 f_{ck}	11.25 N/mm ²

Armature

Lato esterno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
8	26	4250	53	
Aa,tot =			4250	0.43

Lato interno				
n	ϕ	Aa	c'	Aa/Acls
-	mm	mm ²	mm	%
6	26	3190	53	
Aa,tot =			3190	0.40

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
	<p>RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NR1J</p>	<p>LOTTO</p> <p>01 D 29</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>IV0300 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>

GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S7.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV03_km 30+940\Rampal\Calculation\RC SEC Checks\S7\Soletta superiore S7.secEC)

Section description:
Reference code: EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class: XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging: Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type: Predefined section
Cross-section shape: Rectangular
Stress path: Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces: Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -

Class:	C25/30
Design compressive strength fcd:	14.2 MPa
Shear reduced compressive strength $v1*fcd$:	7.1 MPa (6.9)EC2
Coeff. Crd,c:	0.1200 § 6.2.2(1) EC2
Coeff. K1:	0.1500 § 6.2.2(1) EC2
Coeff. v min:	0.0102 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
Strain at max strength ec2:	0.0020
Ultimate strain ecu:	0.0035
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
Mean elastic modulus Ecm:	31475.8 MPa
Mean tensile strength fctm:	2.6 MPa
Es/Ec in SLS combination:	15.00
Stress limit Characteristic SLS:	15.0 MPa
Stress limit Frequent SLS:	15.0 MPa
wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300 mm
Coeff. k3:	3.4000 § 7.3.4(3) EC2
Coeff. k4:	0.4250 § 7.3.4(3) EC2
Stress limit Quasi-Permanent SLS:	11.3 MPa
wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200 mm

STEEL -

Longitudinal Bars:	B450C
Characteristic yield stress fyk:	450.0 MPa
Tensile strength ftk:	540.0 MPa
Design yield stress fyd:	391.3 MPa
Design strength ftd:	391.3 MPa
Design ultimate strain esu:	0.068
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
Stirrups:	B500A
Characteristic yield stress fyk:	500.0 MPa
Tensile strength ftk:	540.00 MPa
Design yield stress fyd:	434.8 MPa
Design strength ftd:	434.8 MPa
Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
SLS Charact. - Ss Limit:	360.00 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	100.0	cm
Bottom bars:	6∅26 + 5∅10	(31.9 cm?)
Top bars:	8∅26 + 5∅10	(42.5 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.3	cm

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	122 di 155

Top Cover (from centroid of bar): 5.3 cm
Web Cover (from centroid of bar): 4.0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx Design moment force [kNm] around the x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	-92.24	-790.11	157.99	0.00
2	89.66	-681.69	52.43	0.00
3	-17.97	-968.30	71.59	0.00
4	-58.76	-166.91	27.38	0.00
5	-92.24	-790.11	157.99	0.00
6	89.66	-681.69	52.43	0.00
7	-217.23	-292.66	231.46	0.00
8	141.82	-363.23	-197.47	0.00
9	122.49	-452.21	197.71	0.00
10	-212.95	25.81	215.47	0.00
11	-197.90	-203.88	-232.53	0.00
12	-217.23	-292.66	231.46	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	-45.08	-465.31
2	15.80	-592.73
3	7.80	-708.61
4	-1.23	-216.13
5	12.67	-573.89
6	-23.96	-458.24

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	-42.25	-609.66
2	21.81	-447.94
3	-0.30	-416.65
4	-40.71	-595.24
5	8.48	-641.26
6	-20.14	-232.73

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
 Mx Moment force [kNm] around x axis
 with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	-43.63	-272.65
2	-27.33	-191.79
3	-41.02	-288.35
4	-36.96	-161.54
5	-29.93	-176.09
6	-36.96	-176.09

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 2.7 cm
 Min edge distance between longitudinal bars: 5.3 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check Result of check
 N Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
 Mx Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
 N ult Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
 Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
 S.F. Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is ≥ 1.0
 Yneutral Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
 Mx sn. Yielding bending moment [kNm]
 x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
 D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
 As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As TensionArea bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

	OK	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yneutral	Mx sn.	x/d	D	As Tension
1	OK	-92.24	-790.11	-92.32	-1463.14	1.858	7.7	-1400.87	---	---	---
2	OK	89.66	-681.69	89.64	-1543.56	2.263	8.3	-1469.74	---	---	---
3	OK	-17.97	-968.30	-18.07	-1495.98	1.546	7.9	-1429.10	---	---	---
4	OK	-58.76	-166.91	-58.86	-1477.97	9.036	7.8	-1413.64	---	---	---
5	OK	-92.24	-790.11	-92.32	-1463.14	1.858	7.7	-1400.87	---	---	---
6	OK	89.66	-681.69	89.64	-1543.56	2.263	8.3	-1469.74	---	---	---
7	OK	-217.23	-292.66	-217.28	-1407.69	5.000	7.3	-1352.65	---	---	---
8	OK	141.82	-363.23	141.99	-1566.58	4.299	8.5	-1489.30	---	---	---
9	OK	122.49	-452.21	122.30	-1557.92	3.438	8.4	-1482.05	---	---	---
10	OK	-212.95	25.81	-212.78	1038.56	26.699	94.0	1007.80	---	---	---
11	OK	-197.90	-203.88	-197.79	-1416.34	7.340	7.3	-1360.12	---	---	---
12	OK	-217.23	-292.66	-217.28	-1407.69	5.000	7.3	-1352.65	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max Ultimate compressive strain in concrete
 ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
 Yc max Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
 es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
 Ys max Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
 es min Min strain in steel bars (+ if compressive)

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	124 di 155

Ys min Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.01605	0.0	0.00108	5.3	-0.03969	94.7
2	0.00350	-0.01461	0.0	0.00126	5.3	-0.03652	94.7
3	0.00350	-0.01546	0.0	0.00116	5.3	-0.03839	94.7
4	0.00350	-0.01577	0.0	0.00112	5.3	-0.03909	94.7
5	0.00350	-0.01605	0.0	0.00108	5.3	-0.03969	94.7
6	0.00350	-0.01461	0.0	0.00126	5.3	-0.03652	94.7
7	0.00350	-0.01707	0.0	0.00096	5.3	-0.04195	94.7
8	0.00350	-0.01423	0.0	0.00131	5.3	-0.03567	94.7
9	0.00350	-0.01437	0.0	0.00129	5.3	-0.03600	94.7
10	0.00350	-0.02152	100.0	0.00041	94.7	-0.05178	5.3
11	0.00350	-0.01691	0.0	0.00098	5.3	-0.04161	94.7
12	0.00350	-0.01707	0.0	0.00096	5.3	-0.04195	94.7

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing > 5(c+O/2) and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.14	0.0	0.00	25.0	-131.0	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
2	OK	4.08	0.0	0.00	26.3	-159.1	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
3	OK	4.86	0.0	0.00	26.1	-191.4	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
4	OK	1.48	0.0	0.00	26.0	-58.8	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
5	OK	3.95	0.0	0.00	26.2	-154.3	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
6	OK	3.11	0.0	0.00	25.5	-126.8	5.3	13.3	1325	42.5	7.5

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
W c	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio As eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm)[eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	125 di 155

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00070	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000393 (0.00039)	274	0.108(0.20)	-538.86
2	OK	-0.00086	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000507 (0.00048)	274	0.139(0.20)	-551.30
3	OK	-0.00103	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000668 (0.00057)	274	0.183(0.20)	-549.70
4	OK	-0.00032	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000176 (0.00018)	274	0.048(0.20)	-547.99
5	OK	-0.00083	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000483 (0.00046)	274	0.132(0.20)	-550.83
6	OK	-0.00068	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000381 (0.00038)	274	0.104(0.20)	-543.29

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	4.13	0.0	0.00	25.3	-169.9	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
2	OK	3.09	0.0	0.00	26.5	-119.2	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
3	OK	2.85	0.0	0.00	26.0	-113.1	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
4	OK	4.04	0.0	0.00	25.3	-165.8	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
5	OK	4.40	0.0	0.00	26.2	-173.1	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
6	OK	1.57	0.0	0.00	25.1	-65.3	5.3	13.3	1325	42.5	7.5

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00091	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000560 (0.00051)	274	0.153 (0.20)	-541.59
2	OK	-0.00064	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000358 (0.00036)	274	0.098 (0.20)	-553.58
3	OK	-0.00061	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000339 (0.00034)	274	0.093 (0.20)	-548.50
4	OK	-0.00089	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000540 (0.00050)	274	0.148 (0.20)	-541.68
5	OK	-0.00093	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000576 (0.00052)	274	0.158 (0.20)	-549.92
6	OK	-0.00035	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000196 (0.00020)	274	0.054 (0.20)	-539.88

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	1.82	0.0	0.00	24.4	-78.6	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
2	OK	1.28	0.0	0.00	24.6	-54.9	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
3	OK	1.93	0.0	0.00	24.6	-82.6	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
4	OK	1.07	0.0	0.00	23.7	-47.8	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
5	OK	1.17	0.0	0.00	24.3	-51.0	5.3	13.3	1325	42.5	7.5
6	OK	1.16	0.0	0.00	23.9	-51.7	5.3	13.3	1325	42.5	7.5

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00042	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000236 (0.00024)	274	0.065 (0.20)	-532.72
2	OK	-0.00030	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000165 (0.00016)	274	0.045 (0.20)	-534.41
3	OK	-0.00044	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000248 (0.00025)	274	0.068 (0.20)	-534.43
4	OK	-0.00026	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000143 (0.00014)	274	0.039 (0.20)	-526.18
5	OK	-0.00027	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000153 (0.00015)	274	0.042 (0.20)	-531.76
6	OK	-0.00028	0	0.500	26 4.0	0.032	0.000155 (0.00016)	274	0.042 (0.20)	-527.96

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	126 di 155

kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	0.65	0.40	5000	-0.92	-0.01	0.67	---	42.5	7.4
2	Frequent	Web	0.65	0.39	4900	57.85	0.58	1.50	---	42.5	7.2
3	Frequent	Web	0.65	0.40	4950	32.93	0.33	1.50	---	42.5	7.3
4	Frequent	Web	0.65	0.40	5000	-0.48	0.00	0.67	---	42.5	7.4
5	Frequent	Web	0.65	0.40	4900	39.91	0.40	1.50	---	42.5	7.2
6	Frequent	Web	0.65	0.40	5000	-9.28	-0.09	0.67	---	42.5	7.5
1	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	5100	-44.40	-0.44	0.67	---	42.5	7.8
2	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	5050	-36.11	-0.36	0.67	---	42.5	7.6
3	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	5050	-36.00	-0.36	0.67	---	42.5	7.6
4	Quasi-perm.	Web	0.65	0.42	5150	-76.44	-0.76	0.67	---	42.5	8.0
5	Quasi-perm.	Web	0.65	0.41	5100	-49.09	-0.49	0.67	---	42.5	7.8
6	Quasi-perm.	Web	0.65	0.42	5150	-67.71	-0.68	0.67	---	42.5	7.9

Verifica a taglio

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

b _w = 1000	mm	larghezza	f _{yk} = 450	MPa	resist. caratteristica
h = 1000	mm	altezza	γ _s = 1.15		coeff. sicurezza
c = 40	mm	copriferro	f _{yd} = 391.3	MPa	resist. di calcolo
f _{ck} = 25	MPa	resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:		
γ _c = 1.50		coeff. sicurezza	A _{sl,1} = 8	Ø	26 = 42.47 cm ²
α _{cc} = 0.85		coeff. riduttivo	A _{sl,2} = 0	Ø	0 = 0.00 cm ²
d = 960	mm	altezza utile	A _{sl,3} = 0	Ø	0 = 0.00 cm ²
f _{cd} = 14.17	MPa	resist. di calcolo			42.47 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

N _{ed} = 0.0	kN	V _{ed} = 233.0	kN
-----------------------	----	-------------------------	----

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

k = 1+(200/d) ^{1/2} <2	k = 1.456	<2
v _{min} = 0,035 k ^{3/2} f _{ck} ^{1/2}	v _{min} = 0.308	
ρ ₁ = A _{sl} /(b _w ×d) <0.02	ρ ₁ = 0.004	<0.02
σ _{cp} = N _{Ed} /A _c <0.2f _{cd}	σ _{cp} = 0.00	MPa fcd

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 373.8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 295.3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 373.8 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

θ = 22.0	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
α = 90.0	°	inclinaz. staffe	

Armadura a taglio (staffatura):

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	127 di 155

$A_{sw}/s =$ staffe \varnothing 12 mm con n° bracci (trasv) 2 passo 30 cm = 0.075 cm²/cm
 $V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot\alpha + \cot\theta) \times s \cdot \alpha$
 $f_{cd} = 7.08$ MPa resist. di calcolo ridotta
 $\alpha_c = 1.000$ coeff. maggiorativo
 $V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot\theta^2 a)$
 $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ $V_{Rd} = 630.9 > 233.0$ kN c.s.= 2.7
la sezione armata a taglio risulta verificata.

10.11 Sbalzo soletta

Per la verifica della soletta a sbalzo è stata considerata una sezione 1.75m x 0.30m.

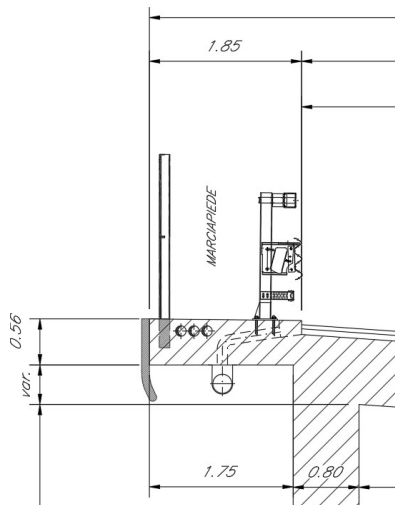


Fig. 44 – Sbalzo soletta

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

All'elemento frame d'estremità sono state applicati i seguenti carichi nominali.

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
21	1.75	DEAD	LinStatic	0.0	26.25	0.0	0.0	0.0	-23.00
21	1.75	G2 parapetto	LinStatic	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-1.75
21	1.75	G2 sicurvvia	LinStatic	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.75	G2 veletta	LinStatic	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	-4.4
21	1.75	Q_tr S5_folla	LinStatic	0.0	8.75	0.0	0.0	0.0	-7.7
21	1.75	Q_tr S4_ruota	LinStatic	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	-17.5
21	1.75	Sisma SLV_Z	LinStatic	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	-4.01
21	1.75	Svio	LinStatic	-50	0.0	0.0	0.0	0.0	-75

E combinati con i seguenti coefficienti si ottengono le sollecitazioni di verifica.

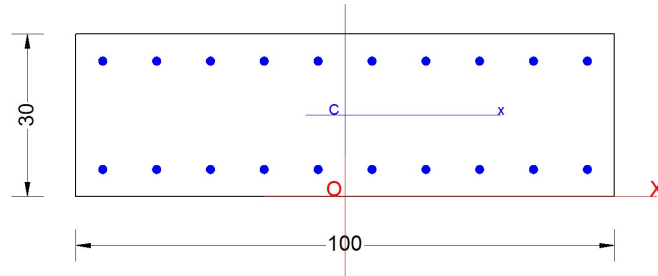
SLU_1	SLU_2	SLE	SLV_1	SVIO
1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
1.50	0.00	1.00	0.00	0.00
0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Verifiche

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
21	1.75	SLU_1	Combination	0	53.82	0	0	0	-51.83
21	1.75	SLU_2	Combination	0	55.69	0	0	0	-66.53
21	1.75	SLE	Combination	0	38.5	0	0	0	-36.85
21	1.75	SLV_1	Combination	0	34.35	0	0	0	-33.16
21	1.75	SVIO	Combination	-50	29.75	0	0	0	-104.75

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

La sbalzo è armato con $\Phi 16/10$



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Soletta superiore S10_16_10.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\01 Cavalcaferrovia\IV01_km 29+500\04_Rampa\RC SEC Checks\Sbalzo soletta\Soletta superiore S10_16_10.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C32/40
	Design compressive strength fcd:	18.1 MPa
	Shear reduced compressive strength $v1*fcd$:	9.1 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd.c:	0.1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0.1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0.0115 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
	Strain at max strength ec2:	0.0020
	Ultimate strain ecu:	0.0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	33345.8 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3.0 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15.00
	Stress limit Characteristic SLS:	19.2 MPa
	Stress limit Frequent SLS:	19.2 MPa
	wk lim =limit crack width Frequent SLS:	0.300 mm
	Coeff. k3:	3.4000 § 7.3.4(3) EC2
	Coeff. k4:	0.4250 § 7.3.4(3) EC2
	Stress limit Quasi-Permanent SLS:	14.4 MPa
	wk lim =limit crack-width Quasi-Permanent SLS:	0.200 mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450.0 MPa
	Tensile strength ftk:	540.0 MPa
	Design yield stress fyd:	391.3 MPa
	Design strength ftd:	391.3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0.068
	Mean elastic modulus Es:	200000.0 MPa
	Stirrups:	B500A

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	130 di 155

Characteristic yield stress f_{yk} :	500.0	MPa
Tensile strength f_{tk} :	540.00	MPa
Design yield stress f_{yd} :	434.8	MPa
Design strength f_{td} :	434.8	MPa
Mean elastic modulus E_s :	200000.0	MPa
SLS Charact. - S_s Limit:	360.00	MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100.0	cm
Depth:	30.0	cm
Bottom bars:	10 \sqcup 16	(20.1 cm?)
Top bars:	10 \sqcup 16	(20.1 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	5.0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	5.0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	5.0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-51.83	53.82	0.00
2	0.00	-66.53	55.69	0.00
3	0.00	-33.16	34.35	0.00
4	50.00	-104.75	29.75	0.00
5	0.00	-104.75	29.75	0.00

SERVICEABILITY LIMIT STATE - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx	Moment force [kNm] around x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	-36.85

SERVICEABILITY LIMIT STATE - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx	Moment force [kNm] around x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	-36.85

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SERVICEABILITY LIMIT STATE - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied in the concrete centroidal (+ if compressive)
Mx Moment force [kNm] around x axis
with positive direction if such as to compress the upper edge of the section

Comb.N.	N	Mx
1	0.00	-36.85

CHECKS RESULTS

Checks of section OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars: 4.2 cm
Min edge distance between longitudinal bars: 8.4 cm
Min edge cover of stirrups: 4.2 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check Result of check
N Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F. Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn. Yielding bending moment [kNm]
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

		N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yneutral	Mx sn.	x/d	D	As Tension
1	OK	0.00	-51.83	0.05	-178.92	3.452	5.1	-170.30	---	---	---
2	OK	0.00	-66.53	0.05	-178.92	2.689	5.1	-170.30	---	---	---
3	OK	0.00	-33.16	0.05	-178.92	5.396	5.1	-170.30	---	---	---
4	OK	50.00	-104.75	50.04	-184.05	1.757	5.3	-175.47	---	---	---
5	OK	0.00	-104.75	0.05	-178.92	1.708	5.1	-170.30	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0.00350	-0.00528	0.0	0.00009	5.0	-0.01357	25.0
2	0.00350	-0.00528	0.0	0.00009	5.0	-0.01357	25.0
3	0.00350	-0.00528	0.0	0.00009	5.0	-0.01357	25.0
4	0.00350	-0.00507	0.0	0.00017	5.0	-0.01315	25.0
5	0.00350	-0.00528	0.0	0.00009	5.0	-0.01357	25.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS WITH NO TRANSVERSE REINFORCEMENT (§ 6.2.2 EC2)

Check	Result of check
Ved	Design value [daN] of applied shear force V_y (uniaxial shear)
Vwct	Design shear resistance [kN] without shear reinforcement [eq.(6.2)EC2]
d	Effective depth of section [cm]
bw	Effective min width of the cross-section [cm]
Ro	Geometrical ratio of longitudinal tension longitudinal reinforcement = $Asl/(bw \cdot d) < 0.02$
Scp	Mean compression stress (N_{Ed}/Ac) [Mpa] [$< 0.2 \cdot f_{cd}$]
k	Coeff. k in the equation (6.2.a) EC2

Comb.N.	Check	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp	k
1	OK	53.82	167.80	25.0	100.0	0.0000	0.00	1.894
2	OK	55.69	167.80	25.0	100.0	0.0000	0.00	1.894
3	OK	34.35	167.80	25.0	100.0	0.0000	0.00	1.894
4	OK	29.75	174.05	25.0	100.0	0.0000	0.02	1.894
5	OK	29.75	167.80	25.0	100.0	0.0000	0.00	1.894

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION (§ 7.2 EC2)

Check	Result of Check
Sc max	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]
Yc max	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Sc min	Min compression stress (+) in concrete [Mpa]
Yc min	y-coordinate [cm] of concrete fiber corresponding to Sc min (reference X,Y,O)
Ss min	Min tension stress (-) of steel bars [Mpa]
Ys min	y-coordinate [cm] of centroid bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
hc eff.	Concrete depth [cm] in concrete tension area surrounding tension steel bars
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
D bars	Mean spacing [cm] of bonded reinforcement [eq.(7.11) §7.3.4(3)EC2] (D bars = 0 indicates spacing $> 5(c+O/2)$ and eq.(7.14) is pertinent)

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.03	0.0	0.00	8.7	-84.8	5.0	7.1	710	20.1	10.0

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - CRACK WIDTH (§ 7.3.4 EC2)

Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain (tension is -) within the entire section assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for charact. and frequent SLS; = 0.4 for quasi-perm. SLS (Factor dependent on the duration of the load [see eq.(7.9) EC2])
k2	= 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
k4	= 0.425 Coeff. in eq. (7.11) EC2 according to national annex
λc	Equivalent bar diameter [mm] cover [cm] to the tensile reinforcement [see eq.(7.11)(7.12) EC2]
r eff	Geometrical ratio $As \text{ eff} / Ac \text{ eff}$ [eq.(7.10) EC2]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete under the relevant combination [eq.(7.8)] Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = $sr \text{ max} \cdot (e \text{ sm} - e \text{ cm})$ [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
M crack	First cracking bending moment [kNm]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	λc	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00055	0	0.500	16 4.2	0.028	0.000254 (0.00025)	239	0.061(0.20)	-57.52

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.03	0.0	0.00	8.7	-84.8	5.0	7.1	710	20.1	10.0

SLS FREQUENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00055	0	0.500	16 4.2	0.028	0.000254 (0.00025)	239	0.061 (0.20)	-57.52

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Comb.N.	Check	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	hc eff	Ac eff	As Eff	D bars
1	OK	3.03	0.0	0.00	8.7	-84.8	5.0	7.1	710	20.1	10.0

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.N.	Check	e1	e2	k2	Ш c	r eff	e sm - e cm	sr max	wk	M crack
1	OK	-0.00055	0	0.500	16 4.2	0.028	0.000254 (0.00025)	239	0.061 (0.20)	-57.52

SLS - MINIMUM REINFORCEMENT AREAS FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

N.Comb.	SLS combination number
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent
Region	Part of concrete section under consideration (Web/Flange)
k	Coeff. wich take account of self-equilibrating stresses [see eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich take account of stress distribution at cracking[see eq.(7.1) EC2]
Ac eff	Area of concrete within tensile zone of the region under consideration just before cracking [(7.1)]
Ned	SLS axial force (+ if compressive) acting on the region under consideration [kN]
Sc	=Ned/Ac mean stress in the region of area Ac (web or rectangular section) [eq.(7.1)]
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange at cracking due to the cracking moment [eq.(7.3)]
k1	Coeff. considering the effect of axial forces on the stress (web or rectangular section) [eq.(7.2)]
As reg	Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration
As min	Minimum Area [cm ²] of reinforcing steel within the tensile zone of region under consideration required by eq. (7.1)

Comb.N.	Comb.Type	Region	k	kc	Ac eff	Ned	Sc	k1	Frc	As reg	As min
1	Frequent	Web	1.00	0.40	1500	---	---	---	-226.79	20.1	4.0
1	Quasi-perm.	Web	1.00	0.40	1500	---	---	---	-226.79	20.1	4.0

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione

$b_w =$	1000	mm	larghezza	$f_{yk} =$	450	MPa	resist. caratteristica
$h =$	300	mm	altezza	$\gamma_s =$	1.15		coeff. sicurezza
$c =$	40	mm	copriferro	$f_{yd} =$	391.3	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} =$	32	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:			
$\gamma_c =$	1.50		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} =$	10	Ø	16 = 12.57 cm ²
$\alpha_{cc} =$	0.85		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} =$	0	Ø	0 = 0.00 cm ²
$d =$	260	mm	altezza utile	$A_{sl,3} =$	0	Ø	0 = 0.00 cm ²
$f_{cd} =$	18.13	MPa	resist. di calcolo				12.57 cm ²

• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

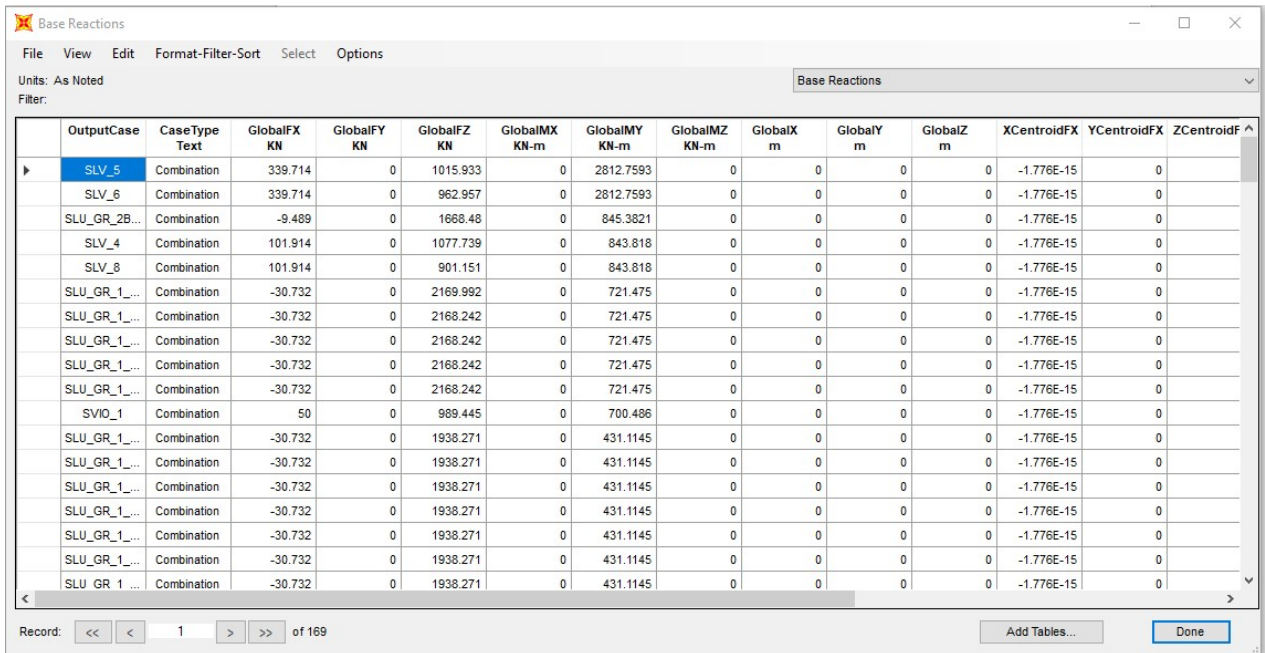
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	134 di 155

$N_{ed} = 0.0 \text{ kN}$ $V_{ed} = 56.0 \text{ kN}$
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio
 $k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$ $k = 1.877$ < 2
 $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$ $v_{min} = 0.509$
 $\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$ $\rho_1 = 0.005$ < 0.02
 $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$ $\sigma_{cp} = 0.00$ MPa f_{cd}
 $V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$
 $V_{Rd} = 170.7 \text{ kN};$ (con $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 132.4 \text{ kN}$)
 $V_{Rd} = 170.7 \text{ kN}$ valore di calcolo
la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

10.12 Capacità portante

I carichi considerati nella verifica di capacità portante sono stimati dalla tabella sottostante a partire dall'involuppo delle combinazioni SLU/SLV.



OutputCase	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCentroidFX	YCentroidFY	ZCentroidFZ
SLV_5	Combination	339.714	0	1015.933	0	2812.7593	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLV_6	Combination	339.714	0	962.957	0	2812.7593	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_2B...	Combination	-9.489	0	1668.48	0	845.3821	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLV_4	Combination	101.914	0	1077.739	0	843.818	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLV_8	Combination	101.914	0	901.151	0	843.818	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	2169.992	0	721.475	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	2168.242	0	721.475	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	2168.242	0	721.475	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	2168.242	0	721.475	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SVID_1	Combination	50	0	989.445	0	700.486	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU_GR_1_...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	
SLU GR 1 ...	Combination	-30.732	0	1938.271	0	431.1145	0	0	0	0	-1.776E-15	0	

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	135 di 155

$$q_{lim} = c^*N_c^* \cdot s_c^*d_c^*i_c^*b_c^*g_c + q^*N_q^*s_q^*d_q^*i_q^*b_q^*g_q + 0,5^*\gamma^*B^*N_{\gamma}^*s_{\gamma}^*d_{\gamma}^*i_{\gamma}^*b_{\gamma}^*g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2^*e_B$)

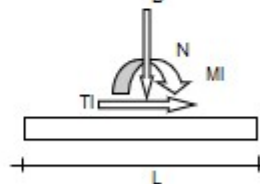
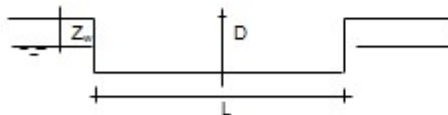
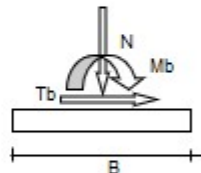
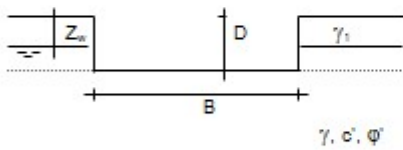
L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2^*e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'
Stato limite ultimo	⊙	1.00	1.30	1.25	1.60
Tensioni ammissibili	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	⊕	1.00	1.00	1.25	1.60

valori suggeriti dall'EC7



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.00 (m)
L = 12.00 (m)
D = 2.40 (m)



RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	136 di 155

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1016.00	0.00	1016.00
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
Ml [kNm]	2813.00	0.00	2813.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	340.00	0.00	340.00
H [kN]	340.00	0.00	340.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 15.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 17.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 10.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 26.00$ (°)

Valori di progetto

$c^* = 6.25$ (kN/mq)
 $\varphi^* = 21.32$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 17.00$ (m)

$e_u = 0.00$ (m)
 $e_l = 2.77$ (m)

$B^* = 1.00$ (m)
 $L^* = 6.46$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 36.00$ (kN/mq)

Υ : peso di volume del terreno di fondazione

$\Upsilon = 17.00$ (kN/mc)

$N_c, N_q, N\gamma$: coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$

$N_q = 7.30$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 16.14$

$N\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N\gamma = 6.48$

$s_{c_1}, s_{q_1}, s_{\gamma_1}$: fattori di forma

$s_{c_1} = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$

$s_{c_1} = 1.07$

$s_{q_1} = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$

$s_{q_1} = 1.06$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	137 di 155

$$s_x = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_x = 0,94$$

i_x, i_y, i_z : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,87 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,13 \quad m = 1,13 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme
e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri)

$$i_x = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

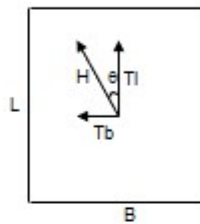
$$i_x = 0,66$$

$$i_c = i_x - (1 - i_x) / (N_c \tan \varphi)$$

$$i_c = 0,61$$

$$i_y = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{m+1}$$

$$i_y = 0,46$$



d_x, d_y, d_z : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_x = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_x = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_x = 1,37$$

$$d_c = d_x - (1 - d_x) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,43$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1,00$$

b_x, b_y, b_z : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_x = (1 - \beta_x \tan \varphi')^2 \quad \beta_x + \beta_y = 0,00 \quad \beta_x + \beta_y < 45^\circ$$

$$b_x = 1,00$$

$$b_c = b_x - (1 - b_x) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_y = b_x$$

$$b_y = 1,00$$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	138 di 155

g_x, g_y, g_z : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_x = (1 - \tan^2 \beta_x)^2 \quad \beta_x + \beta_y = 0.00 \quad \beta_x + \beta_y < 45^\circ$$

$$g_x = 1.00$$

$$g_y = g_x - (1 - g_x) / (N_x \tan \varphi)$$

$$g_y = 1.00$$

$$g_z = g_x$$

$$g_z = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 371.55 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad R3 \quad 2.30$$

$$q_{rd} = 162 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Pressione massima agente

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = 157.21 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 2.36 \quad \text{OK}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = 340.00 \text{ (kN)}$$

$$S_d = N \cdot \tan(\varphi') + c' \cdot B \cdot L^*$$

$$S_d = 436.82 \text{ (kN)}$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$F_{scorr} = 1.28 \quad \text{OK}$$

10.13 Armatura longitudinale

Per l'armatura longitudinale è stato adottato un valore minimo pari al 20% dell'armatura trasversale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0300 001	REV. A

10.14 Incidenza armatura

I valori delle incidenze di armatura lenta sono indicati nella seguente tabella:

- Soletta = **170 kg/m³**;
- Sbalzo soletta = **150 kg/m³**;
- Piedritti = **100 kg/m³**;
- Fondazione = **100 kg/m³**.

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale.

Pertanto nel calcolo è stato considerato un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni.

Soletta				Piedritti					
H _{so21}	0.8 m			H _{so21}	0.8 m				
B _{so2}	1 m			B _{so2}	1 m				
L _{so21}	9 m			L _{so21}	13.5 m				
Vol. per m di muro	7.2 m ³			Vol. per m di muro	10.8 m ³				
Sbalzo soletta				Fondazione					
H _{so2}	0.6 m			H _{so2}	1 m				
B _{so2}	1 m			B _{so2}	1 m				
L _{so2}	1.85 m			L _{so2}	12 m				
Vol. per m di muro	1.11 m ³			Vol. per m di muro	12 m ³				
Peso acciaio	7850 kg/m ³			Peso acciaio	7850 kg/m ³				
Idennità di legature	0.15			Idennità di legature	0.15				
Ferri di soletta (per m)				Ferri di piedritti (per m)					
	φ	A	n° barre	peso		φ	A	n° barre	peso
	mm	m ²	-	kg/m		mm	m ²	-	kg/m
Zona tesa	30	0.00071	10	499.395	Zona tesa	22	0.00038	10	268.564
Zona compressa	22	0.00038	10	268.564	Zona compressa	22	0.00038	10	268.564
Zona tesa, arm. orizzontale	12	0.00011	45	39.952	Zona tesa, arm. orizzontale	12	0.00011	58	51.493
Zona compressa, arm. Orizzontale	12	0.00011	45	39.952	Zona compressa, arm. C	12	0.00011	58	51.493
Bracci	12	0.00011	72	64	Bracci	12	0.00011	74	66
Incidenza paramento	145.64	kg/m ³			Incidenza paramento	75.19	kg/m ³		
Ferri di sbalzo soletta (per m)				Ferri di fondazione (per m)					
	φ	A	n° barre	peso		φ	A	n° barre	peso
	mm	m ²	-	kg/m		mm	m ²	-	kg/m
Zona tesa	16	0.0002	10	29.199	Zona tesa	26	0.00053	8	400.108
Zona compressa	16	0.0002	10	29.199	Zona compressa	26	0.00053	6	300.081
Zona tesa, arm. dir. long.	12	0.00011	7	6.215	Zona tesa, arm. dir. long.	12	0.00011	62	55.044
Zona compressa, arm. dir. long.	12	0.00011	7	6.215	Zona compressa, arm. d	12	0.00011	62	55.044
					Bracci	12	0.00011	70	63
Incidenza Fondazione	73.38	kg/m ³			Incidenza Fondazione	83.69	kg/m ³		



RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO

Table with 6 columns: COMMESSA, LOTTO, CODIFICA, DOCUMENTO, REV., FOGLIO. Values: NR1J, 01 D 29, CL, IV0300 001, A, 140 di 155

11. ALLEGATI

11.1 ALLEGATO 1 - Combinazioni SLU

Large table with columns for 'Do not drag or insert cells' and various SLU combinations (e.g., SLU_GR_1_10, SLU_GR_1_11, etc.). The table contains numerical data for each combination across multiple categories.

11.3 ALLEGATO 1 – Combinazioni SLV e Svio

CaseName	SLV_1	SLV_2	SLV_3	SLV_4	SLV_5	SLV_6	SLV_7	SLV_8	Svio_1
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 impianti	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 parapetto	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 pavimentazione	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 sicurvia	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 sopraelevazioni	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2 veletta	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G3 Falda H	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G3 Falda V	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G3 Terra Dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G3 Terra Sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q_inc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avv_frenatura	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q_ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Q_svio	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5
Q_temp farfalla	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0
Q_temp farfalla -	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0,5
Q_temp unif	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0	0
Q_temp unif -	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avv_frenatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr Fcentr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1_zona rim	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1_zona rim_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C1 distr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C1 distr_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C1 ruota	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C1 ruota_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C2 distr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C2 distr_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C2 ruota	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C2 ruota_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C3 distr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1-C3 distr_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C3 ruota	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S1- C3 ruota_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S2 ruota	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S2 ruota_INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S4 ruota	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_tr S5 folla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_vento parete sopravento	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_vento parete sottovento	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_vento soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_vento veicoli	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma SLD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma SLD_Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma SLV	1	1	0,3	-0,3	-1	-1	0,3	-0,3	0
Sisma SLV_Z	0,3	-0,3	1	1	0,3	-0,3	-1	-1	0

11.4 ALLEGATO 1 – Combinazioni involuppo

CaseName	Inviluppo	INVSISMA	INVSLEFR2A	INVSLEFR2B	INVSLEQP	INVSLERR
SLEFR_Gr_2A_S1_1			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_10			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_11			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_12			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_13			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_14			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_15			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_16			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_17			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_18			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_19			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_2			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_20			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_21			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_22			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_23			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_24			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_25			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_26			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_27			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_28			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_29			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_3			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_30			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_31			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_32			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_33			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_34			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_35			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_36			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_37			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_38			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_39			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_4			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_40			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_5			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_6			1			
SLEFR_Gr_2A_S1_7			1			

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	148 di 155

SLEFR_Gr_2A_S1_8			1		
SLEFR_Gr_2A_S1_9			1		
SLEFR_Gr_2B_S1_1				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_10				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_11				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_12				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_13				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_14				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_15				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_16				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_17				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_18				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_19				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_2				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_20				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_21				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_22				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_23				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_24				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_25				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_26				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_27				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_28				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_29				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_3				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_30				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_31				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_32				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_33				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_34				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_35				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_36				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_37				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_38				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_39				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_4				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_40				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_5				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_6				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_7				1	

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	149 di 155

SLEFR_Gr_2B_S1_8				1	
SLEFR_Gr_2B_S1_9				1	
SLEQP_Gr_1_S1_1					1
SLEQP_Gr_1_S1_10					1
SLEQP_Gr_1_S1_2					1
SLEQP_Gr_1_S1_3					1
SLEQP_Gr_1_S1_4					1
SLEQP_Gr_1_S1_5					1
SLEQP_Gr_1_S1_6					1
SLEQP_Gr_1_S1_7					1
SLEQP_Gr_1_S1_8					1
SLEQP_Gr_1_S1_9					1
SLERR_Gr_1_S1_1					1
SLERR_Gr_1_S1_10					1
SLERR_Gr_1_S1_11					1
SLERR_Gr_1_S1_12					1
SLERR_Gr_1_S1_13					1
SLERR_Gr_1_S1_14					1
SLERR_Gr_1_S1_15					1
SLERR_Gr_1_S1_16					1
SLERR_Gr_1_S1_17					1
SLERR_Gr_1_S1_18					1
SLERR_Gr_1_S1_19					1
SLERR_Gr_1_S1_2					1
SLERR_Gr_1_S1_20					1
SLERR_Gr_1_S1_21					1
SLERR_Gr_1_S1_22					1
SLERR_Gr_1_S1_23					1
SLERR_Gr_1_S1_24					1
SLERR_Gr_1_S1_25					1
SLERR_Gr_1_S1_26					1
SLERR_Gr_1_S1_27					1
SLERR_Gr_1_S1_28					1
SLERR_Gr_1_S1_29					1
SLERR_Gr_1_S1_3					1
SLERR_Gr_1_S1_30					1
SLERR_Gr_1_S1_31					1
SLERR_Gr_1_S1_32					1
SLERR_Gr_1_S1_33					1
SLERR_Gr_1_S1_34					1

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	150 di 155

SLERR_Gr_1_S1_35					1
SLERR_Gr_1_S1_36					1
SLERR_Gr_1_S1_37					1
SLERR_Gr_1_S1_38					1
SLERR_Gr_1_S1_39					1
SLERR_Gr_1_S1_4					1
SLERR_Gr_1_S1_40					1
SLERR_Gr_1_S1_5					1
SLERR_Gr_1_S1_6					1
SLERR_Gr_1_S1_7					1
SLERR_Gr_1_S1_8					1
SLERR_Gr_1_S1_9					1
SLU_Gr_1_S1_1	1				
SLU_Gr_1_S1_10	1				
SLU_Gr_1_S1_11	1				
SLU_Gr_1_S1_12	1				
SLU_Gr_1_S1_13	1				
SLU_Gr_1_S1_14	1				
SLU_Gr_1_S1_15	1				
SLU_Gr_1_S1_16	1				
SLU_Gr_1_S1_17	1				
SLU_Gr_1_S1_18	1				
SLU_Gr_1_S1_19	1				
SLU_Gr_1_S1_2	1				
SLU_Gr_1_S1_20	1				
SLU_Gr_1_S1_21	1				
SLU_Gr_1_S1_22	1				
SLU_Gr_1_S1_23	1				
SLU_Gr_1_S1_24	1				
SLU_Gr_1_S1_25	1				
SLU_Gr_1_S1_26	1				
SLU_Gr_1_S1_27	1				
SLU_Gr_1_S1_28	1				
SLU_Gr_1_S1_29	1				
SLU_Gr_1_S1_3	1				
SLU_Gr_1_S1_30	1				
SLU_Gr_1_S1_31	1				
SLU_Gr_1_S1_32	1				
SLU_Gr_1_S1_33	1				
SLU_Gr_1_S1_34	1				

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	151 di 155

SLU_Gr_1_S1_35	1				
SLU_Gr_1_S1_36	1				
SLU_Gr_1_S1_37	1				
SLU_Gr_1_S1_38	1				
SLU_Gr_1_S1_39	1				
SLU_Gr_1_S1_4	1				
SLU_Gr_1_S1_40	1				
SLU_Gr_1_S1_5	1				
SLU_Gr_1_S1_6	1				
SLU_Gr_1_S1_7	1				
SLU_Gr_1_S1_8	1				
SLU_Gr_1_S1_9	1				
SLU_Gr_1_S2_1	1				
SLU_Gr_1_S2_10	1				
SLU_Gr_1_S2_11	1				
SLU_Gr_1_S2_12	1				
SLU_Gr_1_S2_13	1				
SLU_Gr_1_S2_14	1				
SLU_Gr_1_S2_15	1				
SLU_Gr_1_S2_16	1				
SLU_Gr_1_S2_17	1				
SLU_Gr_1_S2_18	1				
SLU_Gr_1_S2_19	1				
SLU_Gr_1_S2_2	1				
SLU_Gr_1_S2_20	1				
SLU_Gr_1_S2_21	1				
SLU_Gr_1_S2_22	1				
SLU_Gr_1_S2_23	1				
SLU_Gr_1_S2_24	1				
SLU_Gr_1_S2_25	1				
SLU_Gr_1_S2_26	1				
SLU_Gr_1_S2_27	1				
SLU_Gr_1_S2_28	1				
SLU_Gr_1_S2_29	1				
SLU_Gr_1_S2_3	1				
SLU_Gr_1_S2_30	1				
SLU_Gr_1_S2_31	1				
SLU_Gr_1_S2_32	1				
SLU_Gr_1_S2_33	1				
SLU_Gr_1_S2_34	1				

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	152 di 155

SLU_Gr_1_S2_35	1				
SLU_Gr_1_S2_36	1				
SLU_Gr_1_S2_37	1				
SLU_Gr_1_S2_38	1				
SLU_Gr_1_S2_39	1				
SLU_Gr_1_S2_4	1				
SLU_Gr_1_S2_40	1				
SLU_Gr_1_S2_5	1				
SLU_Gr_1_S2_6	1				
SLU_Gr_1_S2_7	1				
SLU_Gr_1_S2_8	1				
SLU_Gr_1_S2_9	1				
SLU_Gr_1_S4_1	1				
SLU_Gr_1_S4_10	1				
SLU_Gr_1_S4_11	1				
SLU_Gr_1_S4_12	1				
SLU_Gr_1_S4_13	1				
SLU_Gr_1_S4_14	1				
SLU_Gr_1_S4_15	1				
SLU_Gr_1_S4_16	1				
SLU_Gr_1_S4_17	1				
SLU_Gr_1_S4_18	1				
SLU_Gr_1_S4_19	1				
SLU_Gr_1_S4_2	1				
SLU_Gr_1_S4_20	1				
SLU_Gr_1_S4_3	1				
SLU_Gr_1_S4_4	1				
SLU_Gr_1_S4_5	1				
SLU_Gr_1_S4_6	1				
SLU_Gr_1_S4_7	1				
SLU_Gr_1_S4_8	1				
SLU_Gr_1_S4_9	1				
SLU_Gr_2A_S1_1	1				
SLU_Gr_2A_S1_10	1				
SLU_Gr_2A_S1_11	1				
SLU_Gr_2A_S1_12	1				
SLU_Gr_2A_S1_13	1				
SLU_Gr_2A_S1_14	1				
SLU_Gr_2A_S1_15	1				
SLU_Gr_2A_S1_16	1				

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	153 di 155

SLU_Gr_2A_S1_17	1				
SLU_Gr_2A_S1_18	1				
SLU_Gr_2A_S1_19	1				
SLU_Gr_2A_S1_2	1				
SLU_Gr_2A_S1_20	1				
SLU_Gr_2A_S1_21	1				
SLU_Gr_2A_S1_22	1				
SLU_Gr_2A_S1_23	1				
SLU_Gr_2A_S1_24	1				
SLU_Gr_2A_S1_25	1				
SLU_Gr_2A_S1_26	1				
SLU_Gr_2A_S1_27	1				
SLU_Gr_2A_S1_28	1				
SLU_Gr_2A_S1_29	1				
SLU_Gr_2A_S1_3	1				
SLU_Gr_2A_S1_30	1				
SLU_Gr_2A_S1_31	1				
SLU_Gr_2A_S1_32	1				
SLU_Gr_2A_S1_33	1				
SLU_Gr_2A_S1_34	1				
SLU_Gr_2A_S1_35	1				
SLU_Gr_2A_S1_36	1				
SLU_Gr_2A_S1_37	1				
SLU_Gr_2A_S1_38	1				
SLU_Gr_2A_S1_39	1				
SLU_Gr_2A_S1_4	1				
SLU_Gr_2A_S1_40	1				
SLU_Gr_2A_S1_5	1				
SLU_Gr_2A_S1_6	1				
SLU_Gr_2A_S1_7	1				
SLU_Gr_2A_S1_8	1				
SLU_Gr_2A_S1_9	1				
SLU_Gr_2B_S1_1	1				
SLU_Gr_2B_S1_10	1				
SLU_Gr_2B_S1_11	1				
SLU_Gr_2B_S1_12	1				
SLU_Gr_2B_S1_13	1				
SLU_Gr_2B_S1_14	1				
SLU_Gr_2B_S1_15	1				
SLU_Gr_2B_S1_16	1				

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	154 di 155

SLU_Gr_2B_S1_17	1				
SLU_Gr_2B_S1_18	1				
SLU_Gr_2B_S1_19	1				
SLU_Gr_2B_S1_2	1				
SLU_Gr_2B_S1_20	1				
SLU_Gr_2B_S1_21	1				
SLU_Gr_2B_S1_22	1				
SLU_Gr_2B_S1_23	1				
SLU_Gr_2B_S1_24	1				
SLU_Gr_2B_S1_25	1				
SLU_Gr_2B_S1_26	1				
SLU_Gr_2B_S1_27	1				
SLU_Gr_2B_S1_28	1				
SLU_Gr_2B_S1_29	1				
SLU_Gr_2B_S1_3	1				
SLU_Gr_2B_S1_30	1				
SLU_Gr_2B_S1_31	1				
SLU_Gr_2B_S1_32	1				
SLU_Gr_2B_S1_33	1				
SLU_Gr_2B_S1_34	1				
SLU_Gr_2B_S1_35	1				
SLU_Gr_2B_S1_36	1				
SLU_Gr_2B_S1_37	1				
SLU_Gr_2B_S1_38	1				
SLU_Gr_2B_S1_39	1				
SLU_Gr_2B_S1_4	1				
SLU_Gr_2B_S1_40	1				
SLU_Gr_2B_S1_5	1				
SLU_Gr_2B_S1_6	1				
SLU_Gr_2B_S1_7	1				
SLU_Gr_2B_S1_8	1				
SLU_Gr_2B_S1_9	1				
SLV_1		1			
SLV_2		1			
SLV_3		1			
SLV_4		1			
SLV_5		1			
SLV_6		1			
SLV_7		1			
SLV_8		1			



RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	IV0300 001	A	155 di 155

Svio_1		1				
--------	--	---	--	--	--	--