

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI

SL03 - Scatolare di approccio al VI05-VI06 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL SL0300 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	F.Coppini	Gen-2020	A.Barreca	Gen-2020	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	F.Coppini	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	

ITAMPAR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Via...
Caltanissetta

File: RS3T.3.0.D.26.CL.SL.03.0.0.001.B

n. Elab.: 26_346

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	1 di 85

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. MATERIALI	8
3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARE	8
3.2 ACCIAIO D'ARMATURA	8
3.3 VERIFICA S.L.E.	9
3.3.1 <i>Verifica tensioni</i>	9
3.3.2 <i>Verifica a fessurazione</i>	10
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	12
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	12
6. MODELLAZIONE ADOTTATA	16
7. ANALISI DEI CARICHI	18
7.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	18
7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI	18
7.3 SOVRACCARICO FERROVIARIO	20
7.3.1 <i>Azioni verticali</i>	20
7.3.2 <i>Azioni orizzontali</i>	26
7.4 AZIONE DEL VENTO	31
7.5 AZIONI TERMICHE	34
7.6 RITIRO	34
7.7 AZIONE SISMICA	35
8. COMBINAZIONI DI CALCOLO	37
9. RISULTATI E VERIFICHE	42
9.1 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	45

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	2 di 85

9.1.1	Verifica in condizioni statiche	47
9.1.2	Verifica in condizioni sismiche	51
9.2	VERIFICA PIEDRITTI.....	54
9.2.1	Verifica in condizioni statiche	55
9.2.2	Verifica in condizioni sismiche	61
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	64
9.3.1	Verifica in condizioni statiche	65
9.3.2	Verifica in condizioni sismiche	70
9.4	RIEPILOGO VERIFICHE.....	73
9.5	INCIDENZE.....	73
10.	VERIFICHE GEOTECNICHE	74
10.1	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI EFFICACI.....	75
10.2	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI TOTALI	81

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B	FOGLIO 3 di 85

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento dello scatolare SL03 di approccio al viadotto VI06 lato Palermo, inquadrato all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 3 di tale progetto.

Lo scatolare presenta un andamento curvilineo a sezione di altezza interna variabile da 6.20 m a 9.40 m (Figura 4) e larghezza della soletta inferiore crescente da 13,70 m e 18,90 m dovuta ad una progressiva separazione dei binari (Figura 2). Lo spessore della soletta superiore si mantiene costante e pari a 1,20 m, così come quello della soletta inferiore pari a 1,50 m. I piedritti presentano uno spessore di 1,20 m ed inoltre è presente un setto interno di spessore pari a 1,20 m (Figura 3).

Si effettua il calcolo e la verifica, in favore di sicurezza, considerando la sezione C-C con l'altezza interna maggiore pari a 9.40 m in quanto risulta la condizione più gravosa per l'opera.

Di seguito si riportano la pianta di inquadramento e le sezioni.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	4 di 85

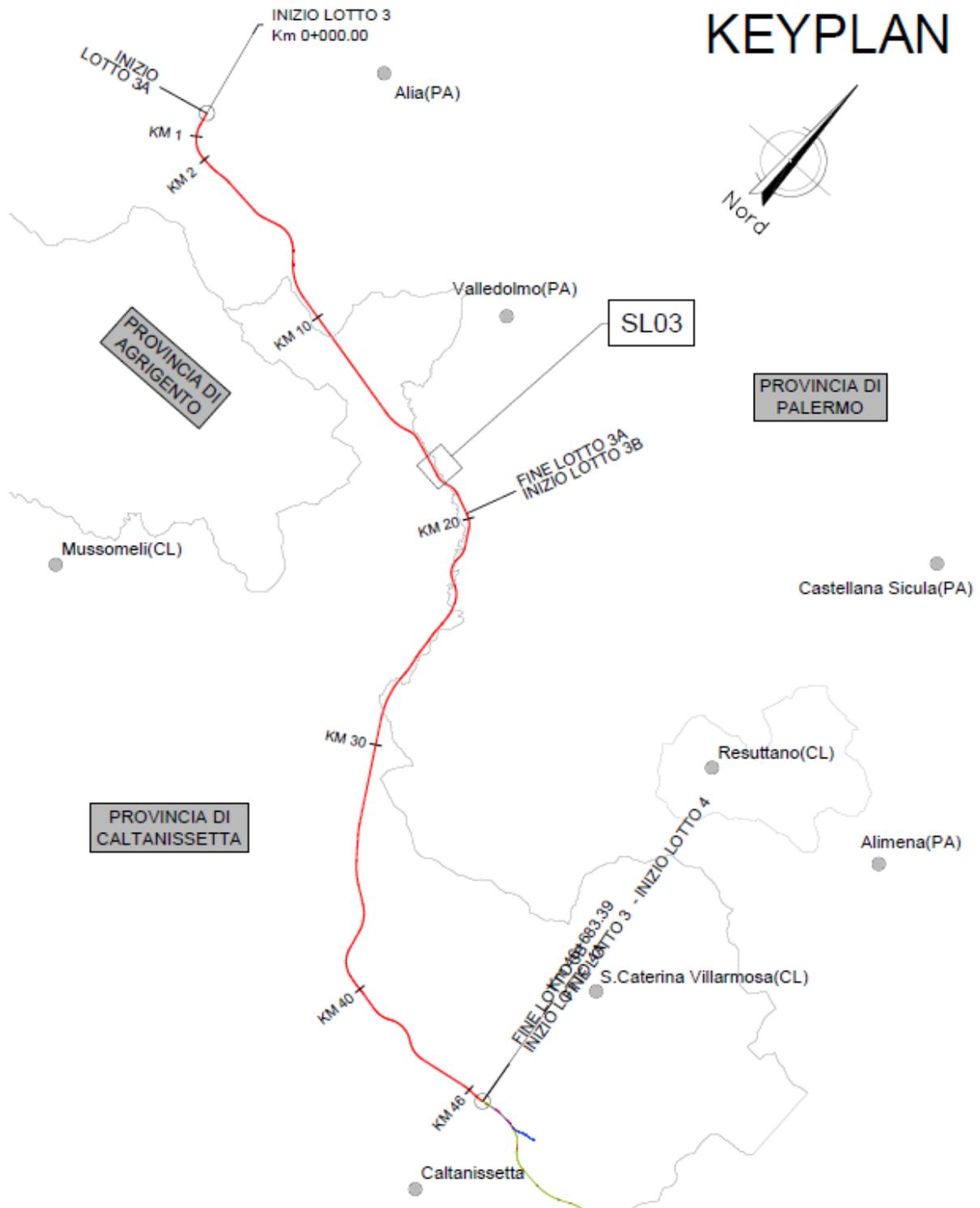


Figura 1 – Inquadramento.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	5 di 85

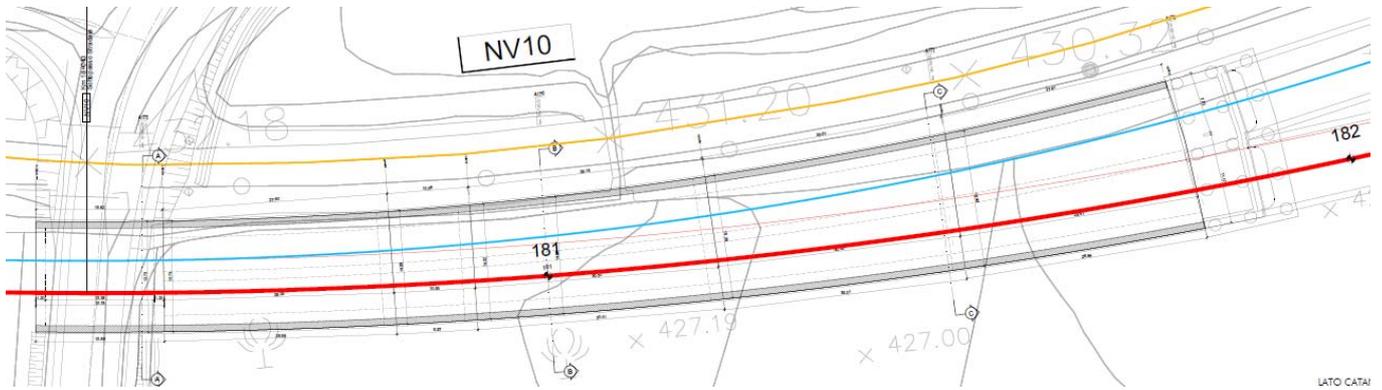
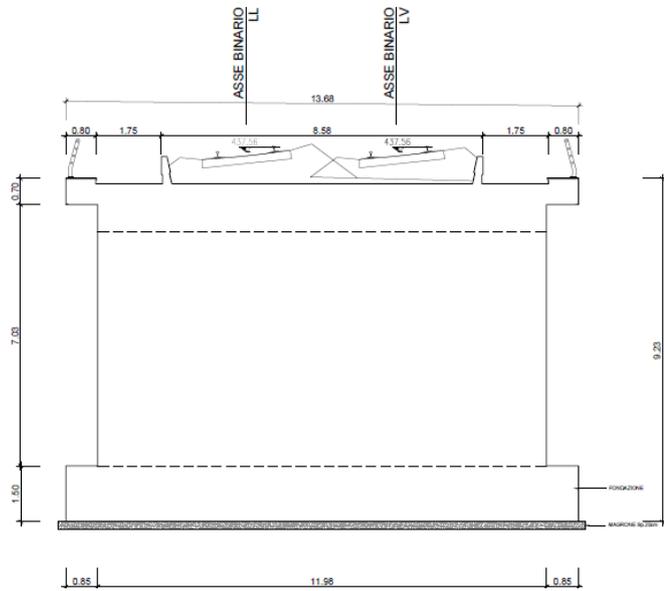


Figura 2 – Pianta.

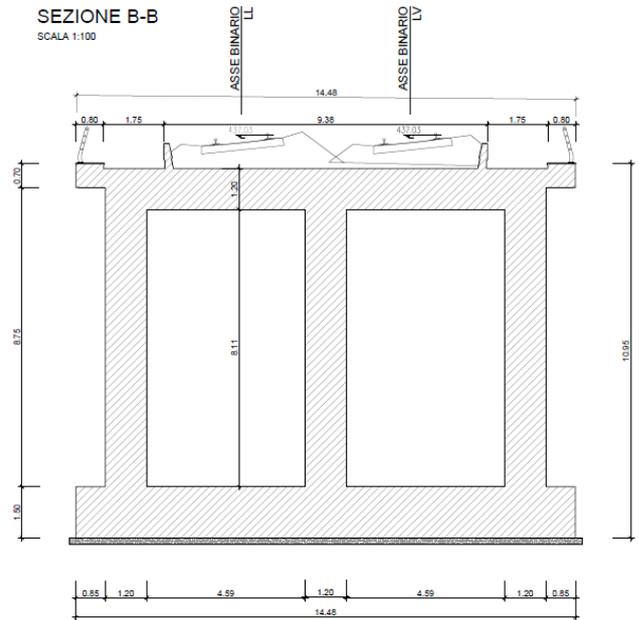
SEZIONE A-A

SCALA 1:100



SEZIONE B-B

SCALA 1:100



SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	6 di 85

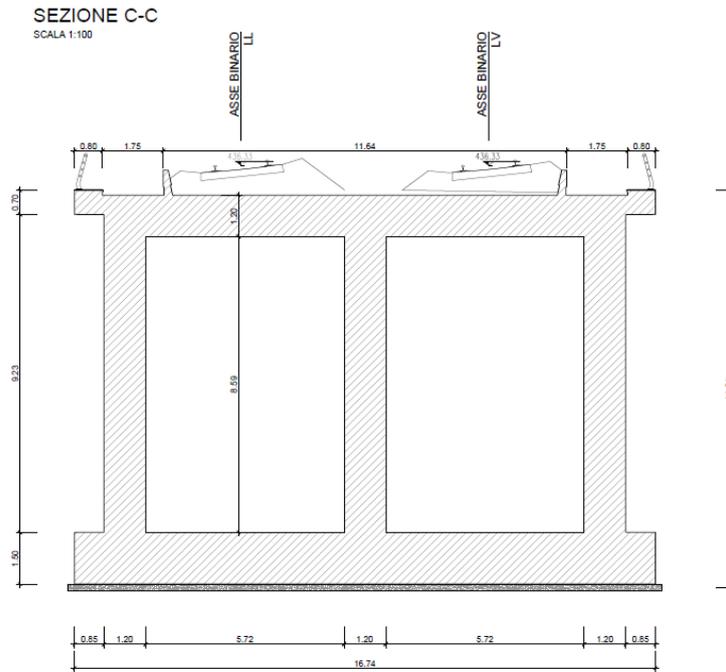


Figura 3 – Sezioni trasversali.

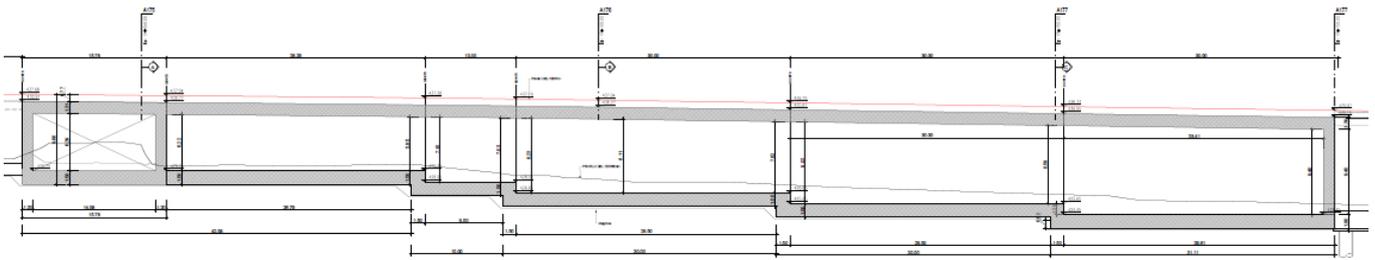


Figura 4 – Sezione longitudinale.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 26 CL</td> <td>SL 03 00 001</td> <td>B</td> <td>7 di 85</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	7 di 85
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	7 di 85								

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- Rif. [1] Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [2] Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2;
- Rif. [4] RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- Rif. [5] RFI DTC SI SP IFS 001 C del 21-12-18 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo scatolare

Classe di resistenza C32/40 $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione ambientale XC4

Copriferro nominale minimo 50 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ($\gamma_c = 1.5$):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

f_{ck}	32 N/mm ²
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40 N/mm ²
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	18.13 N/mm ²

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.02 N/mm ²
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.12 N/mm ²
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41 N/mm ²
$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$	3.63 N/mm ²
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.54 N/mm ²
$E_{cm} = 22.000 [f_{cm} / 10]^{0.3}$	33346 N/mm ²

3.2 Acciaio d'armatura

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

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

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ($\gamma_s = 1.15$):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	391.3 N/mm ²
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	0.186%

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>					
<p>SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo</p>	<p>COMMESSA RS3T</p>	<p>LOTTO 30</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL 03 00 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 9 di 85</p>

3.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

3.3.1 Verifica tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio nelle combinazioni di carico "Rara" e "Quasi Permanente". I valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Manuale di progettazione Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18"

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$

Nel caso in esame pertanto si ha:

CALCESTRUZZO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} \qquad 17.60 \text{ N/mm}^2$$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} \qquad 12.80 \text{ N/mm}^2$$

ACCIAIO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_s = 0.75 f_{yk} \qquad 337.5 \text{ N/mm}^2$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

3.3.2 Verifica a fessurazione

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente[NTC – Tabella 4.1.IV]:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando $w_1 = 0.2 \text{ mm}$ $w_2 = 0.3 \text{ mm}$ $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si aggiungono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	11 di 85

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel tratto in esame la stratigrafia è costituita da:

- Deposito alluvionale: limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose (a2)
- Deposito alluvionale: ghiaie, sabbie, sabbie limose (a)
- Flysch Numidico – Membro di Nicosia (FYN4)

In particolare in corrispondenza della soletta inferiore è presente l'unità geotecnica a2. Per tale unità, in accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, sono stati considerati i seguenti parametri:

UG	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c' (kPa)	E (MPa)
a2	20.0	24	15	100

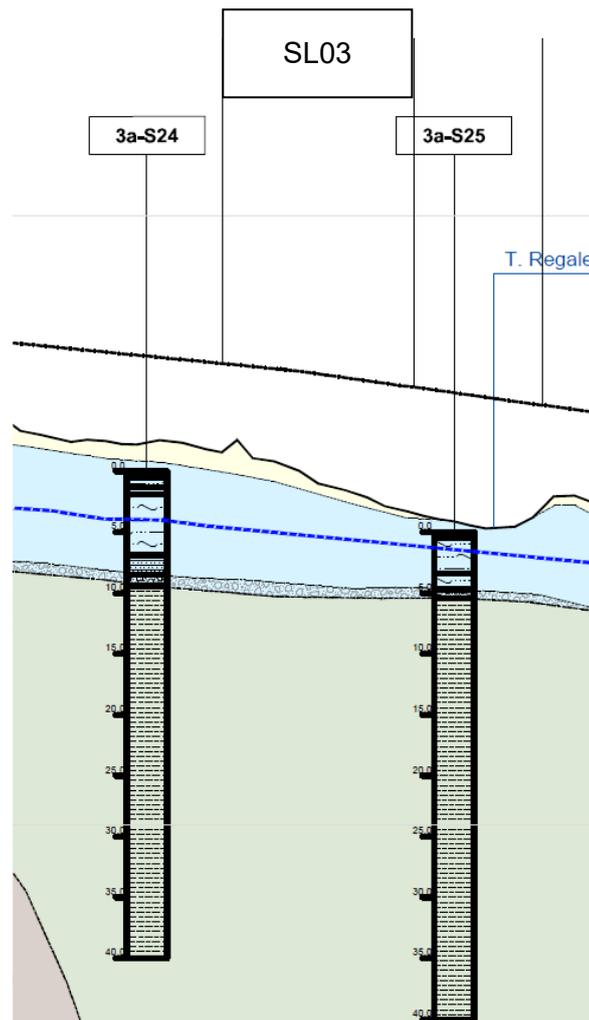


Figura 5 – Stratigrafia

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B	FOGLIO 12 di 85

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

In accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili –Ponti e Strutture, per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h") e una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (periodo di riferimento per valutazione azione sismica) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	13 di 85

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 13.85502 LATITUDINE: 37.68944

Ricerca per comune

REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Palermo COMUNE: Lercara Friddi

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

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

Interpolazione: media ponderata

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, a "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

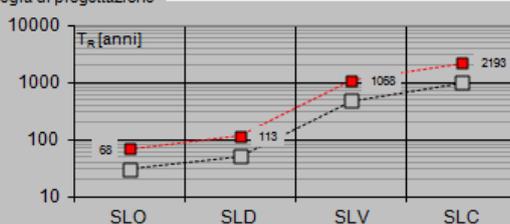
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \rightarrow 68 \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \rightarrow 113 \end{array} \right.$

Stati limite ultimi - SLU: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \rightarrow 1068 \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \rightarrow 2193 \end{array} \right.$

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

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^+) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

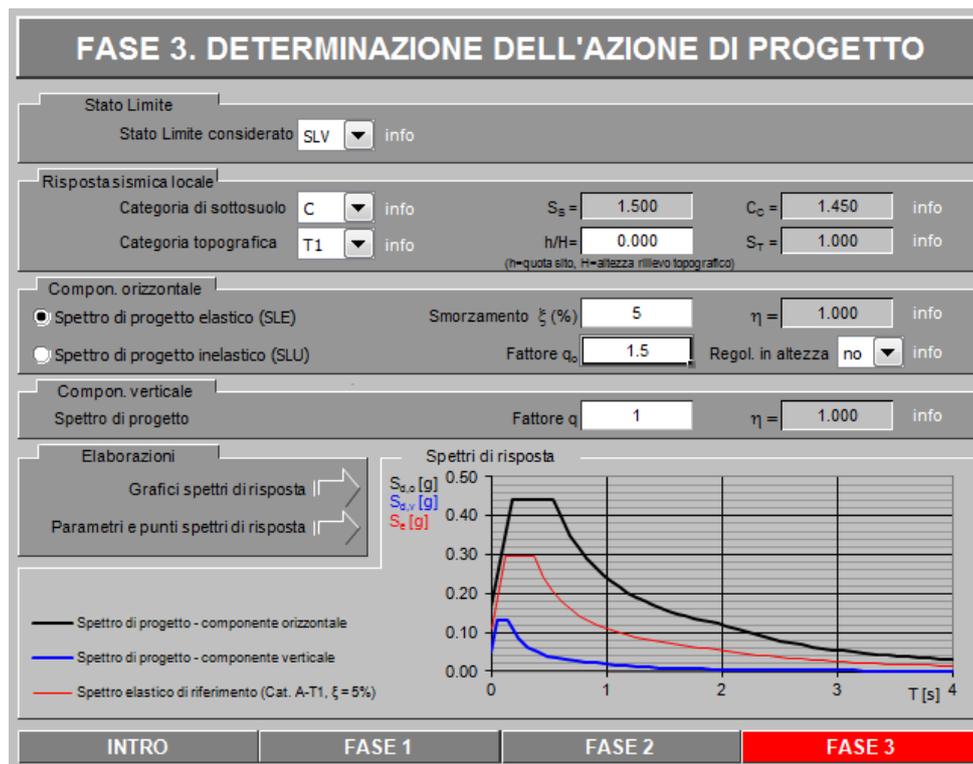
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	14 di 85

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.046	2.451	0.281
SLD	113	0.055	2.486	0.304
SLV	1068	0.111	2.648	0.376
SLC	2193	0.135	2.685	0.402

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



L'azione sismica agente sulle masse strutturali della struttura scatolare è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo. In particolare è stata effettuata un'analisi statica equivalente con un'accelerazione orizzontale pari a quella di plateau dello spettro elastico ($q=1$).

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.111 g
F_0	2.648
T_C^*	0.376 s
S_S	1.500
C_C	1.450
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.182 s
T_C	0.545 s
T_D	2.046 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ 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	0.167
0.182	0.442
0.545	0.442
0.617	0.391
0.688	0.351
0.760	0.318
0.831	0.290
0.902	0.267
0.974	0.248
1.045	0.231
1.117	0.216
1.188	0.203
1.260	0.192
1.331	0.181
1.403	0.172
1.474	0.164
1.545	0.156
1.617	0.149
1.688	0.143
1.760	0.137
1.831	0.132
1.903	0.127
1.974	0.122
2.046	0.118
2.139	0.108
2.232	0.099
2.325	0.091
2.418	0.084
2.511	0.078
2.604	0.073
2.697	0.068
2.790	0.063
2.883	0.059
2.976	0.056
3.069	0.052
3.162	0.049
3.255	0.047
3.349	0.044
3.442	0.042
3.535	0.039
3.628	0.037
3.721	0.036
3.814	0.034
3.907	0.032
4.000	0.031

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle reagenti solo a compressione (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 5300 kN/m^3 .

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con le relazione $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ (per $L/B \leq 10$ con L lunghezza singolo concio).

unità	E	ν	B	L	L/B	c_t	k_w
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m^3)
a2	100	0.3	18.5	30	1.62	1.11	5346

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

L'opera in esame è uno scatolare in c.a. Per tale motivo si implementa un modello di calcolo piano che schematizza la sezione trasversale di profondità un metro. Lo schema statico impiegato è quello di telaio chiuso costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Le sezione di calcolo ritenutamaggiormente significativa è collocata nei pressi dell'estremità in cui lo scatolare presenta larghezza maggiore. In particolare la larghezza della soletta inferiore risulta 18,50 m e l'altezza interna 9.40 m. La larghezza interna risulta pari a 6,60 m + 6,60 m interrotta dal setto centrale di 1,20 m.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	17 di 85

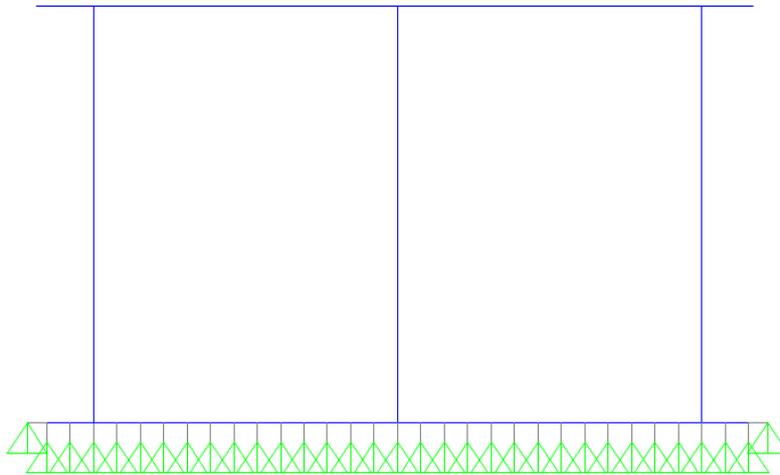


Figura 6 – Modello di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m³.

7.2 Carichi permanenti portati

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

PERMANENTI PORTATI		
soletta superiore		
γ_b	20.00	kN/m ³
S_b	0.80	m
W_b	16.00	kN/m ²
ballast + armamento		

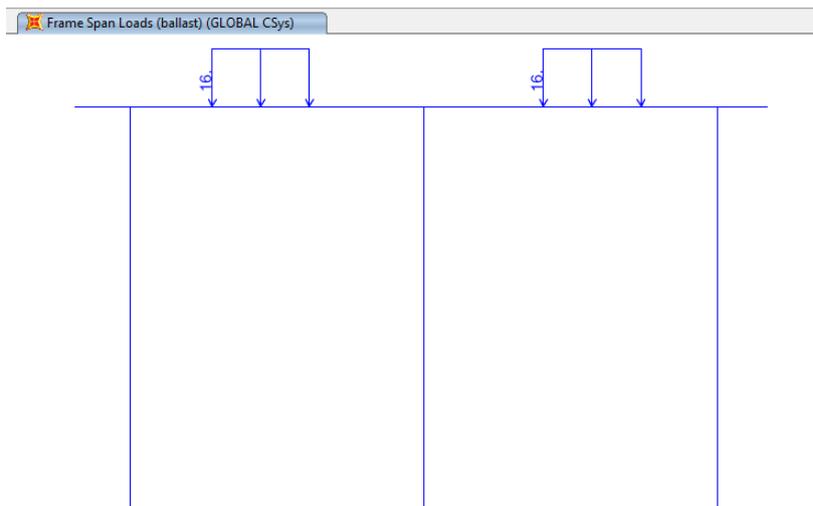


Figura 7 – Ballast.

Si considera inoltre la presenza della barriera inserendo un carico puntuale pari a 16 kN.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	19 di 85

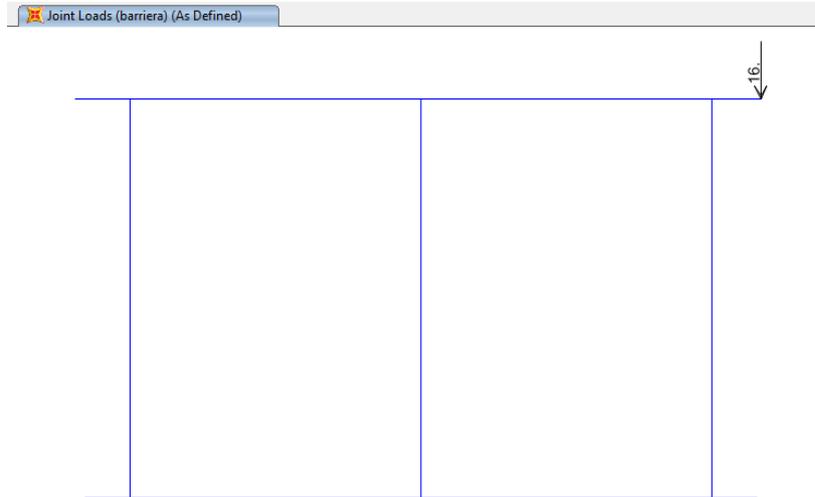


Figura 8 – Barriera antirumore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

7.3 Sovraccarico ferroviario

7.3.1 Azioni verticali

Per la valutazione dei carichi verticali si è fatto riferimento a dei modelli di carico “teorici”, come indicato dalla normativa vigente. In particolare sono stati considerati il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, e il treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 9, è costituito da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.6 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per un'estensione illimitata, a partire da 0.8 m dagli assi di estremità.

Longitudinalmente i carichi assiali del modello di carico LM71 sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

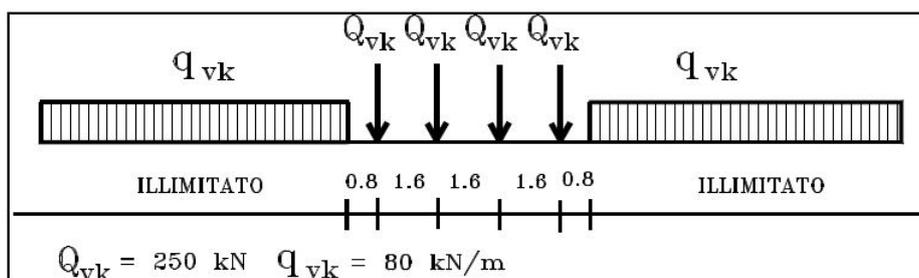
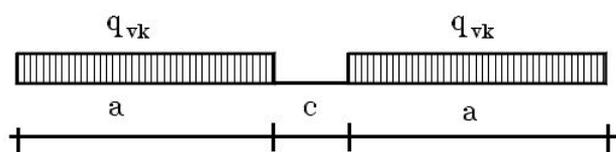


Figura 9 – Treno di carico LM71

Per questo modello di carico va inoltre considerata un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$ ($s = 1435 \text{ mm}$). L'eccentricità è valutata sia in direzione x che $-x$, questo induce nella sezione in esame due momenti aggiuntivi, uno per l'eccentricità minore e uno per la maggiore.

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c , di 7.0 m (Figura 10).



tipo di carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25.0	7.0

Figura 10 – Treno di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α , il cui valore è riportato nella Figura 11.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

modello di carico	coefficiente di adattamento α
LM71	1.1
SW/2	1.0

Figura 11 – Coefficiente di adattamento α

I coefficienti di incremento dinamico Φ che aumentano l'intensità dei modelli di carico teorici si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 , in dipendenza del livello di manutenzione della linea. Nel caso in esame si è assunto il coefficiente Φ_3 corrispondente a linee con ridotto standard manutentivo:

$$\Phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_\Phi} - 0.2) + 0.73, \text{ con la limitazione } 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00,$$

in cui L_Φ è la lunghezza caratteristica valutata secondo quanto riportato nella tab 5.2.II delle NTC18.

Nel caso in esame risulta quindi $\Phi_3=1.24$.

Trasversalmente i carichi sono stati ripartiti secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast, ed secondo una pendenza di 1 a 1 all'interno della soletta in c.a.. Alla quota del piano medio della soletta superiore, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha pertanto

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 1.2/2) \cdot 2 = 3.80 \text{ m}$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	22 di 85

Carichi accidentali mobili			ACCMOB
Modello LM71	coeff. α	1.10	
Modello SW/2	coeff. α	1.00	
Coeff. di incremento dinamico	Δ_3	1.24	
Larghezza di ripartizione trasversale	L_R	3.80 m	
Modello di carico SW/2			
Q SW/2		150.0 kN/m	
Treno SW2	$\alpha \cdot \Phi \cdot q_{vk} / L_R$	p_2	48.9 kN/m/m
Modello di carico LM71			
Q LM71		250.0 kN	
Interasse longitudinale		1.60 m	
Treno LM71	$cQ_{vk} / 1.6 / L_R$	p_2	56.1 kN/m ²
Eccentricità di carico LM71			
	e+	0.34	
	Me	72.46 kNm/m	
	p_{2+}	86.19 kN/m ²	
	p_{2-}	25.98 kN/m ²	
Eccentricità di carico LM71			
	e-	0.18	
	Me	38.36 kNm/m	
	p_{2+}	72.03 kN/m ²	
	p_{2-}	40.15 kN/m ²	

Nel modello di calcolo è stato considerato il treno di carico LM71 in quanto più gravoso.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	23 di 85

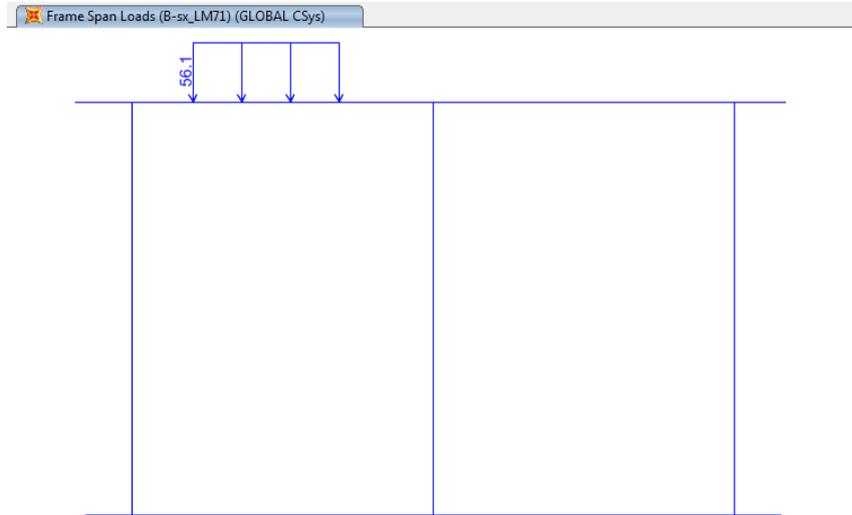


Figura 12 – Modello di carico LM71 binario sinistro.

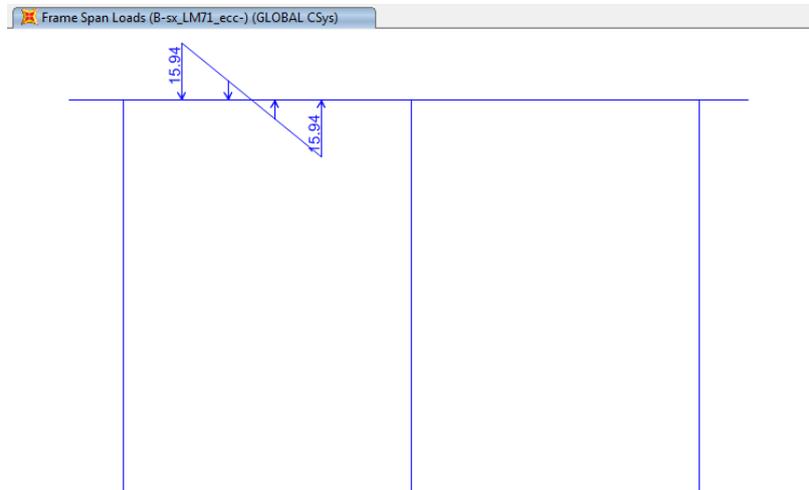


Figura 13 – Eccentricità (-)LM71 binario sinistro.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	24 di 85

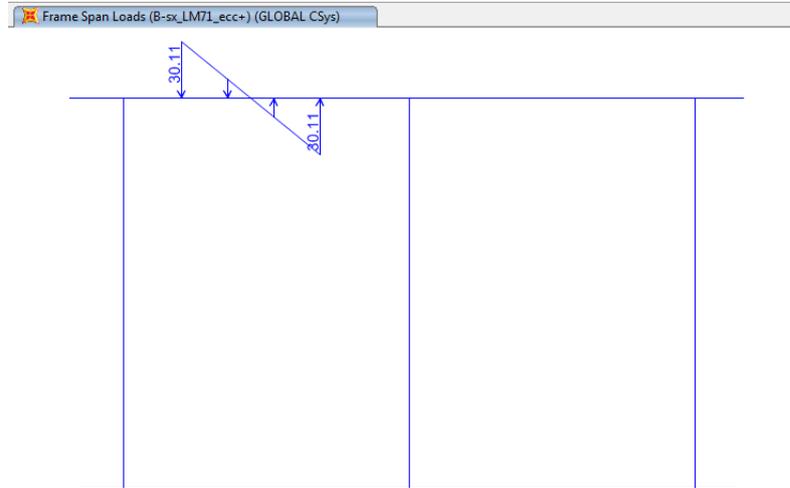


Figura 14 – Eccentricità (+) LM71 binario sinistro.

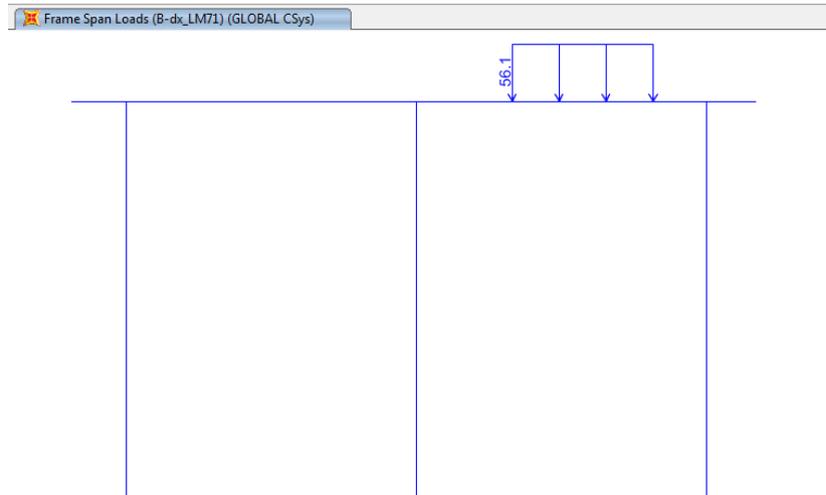


Figura 15 – Modello di carico LM71 binario destro.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	25 di 85

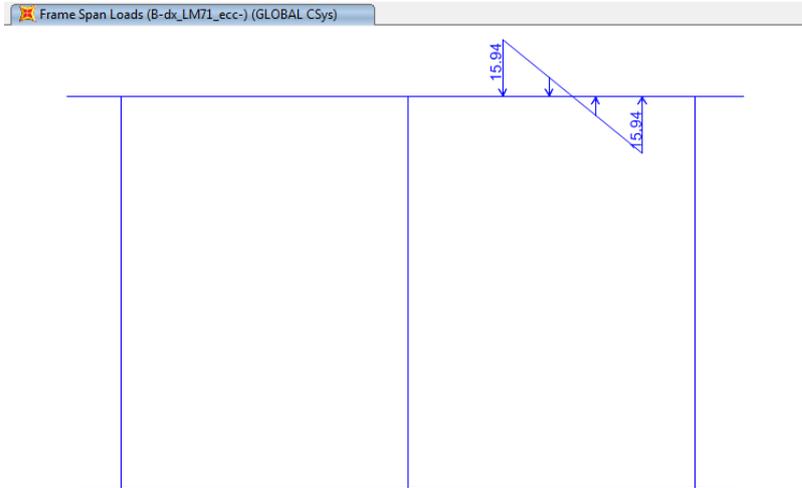


Figura 16 – Eccentricità (-) LM71 binario destro

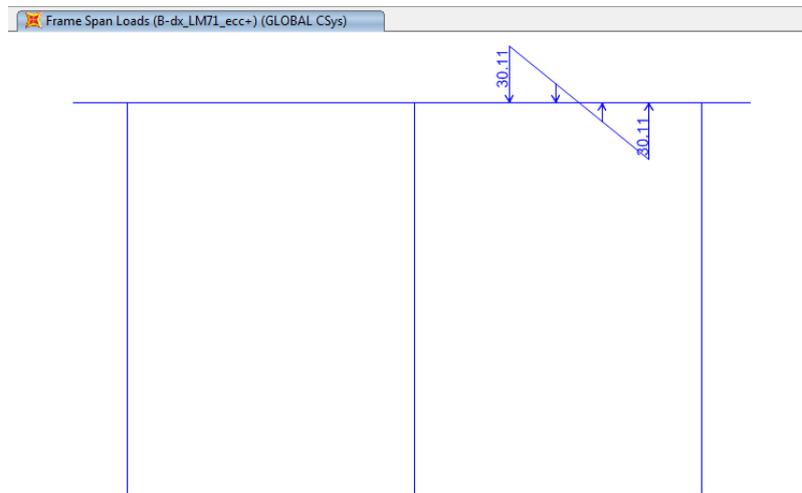


Figura 17 – Eccentricità (+) LM71 binario destro

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

7.3.2 Azioni orizzontali

Azione laterale (serpeggio)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$. Tale valore deve essere moltiplicato per α ($1.1 > 1$).

Serpeggio LM71 (Si considera agente a livello rotaia più alta)			Serp
	S	100.00 kN	
	$\alpha \cdot S$	110.00 kN	
	τ	28.95 kN/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore		1.48 m	
Momento	M_s	162.80 kNm	
	d	2.53 m	
	ΔN	64.26 kN	
	$\Delta \sigma+$	67.65 kN/m ²	
	$\Delta \sigma-$	-67.65 kN/m ²	

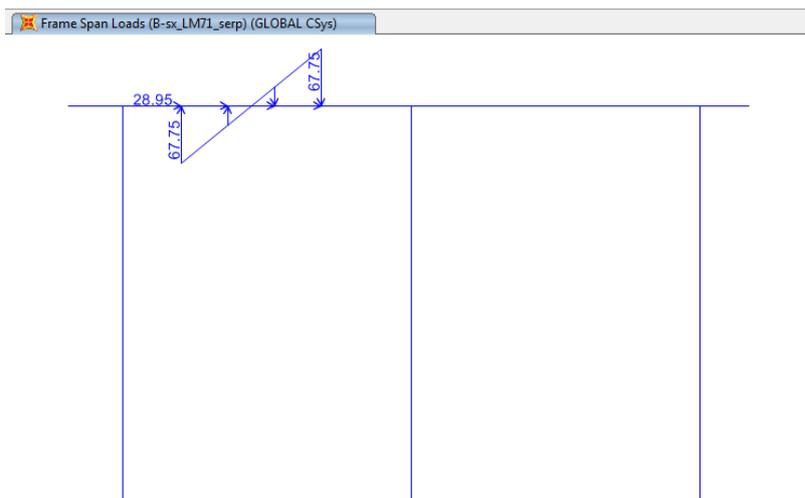


Figura 18 – Serpeggio LM71 binario sinistro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

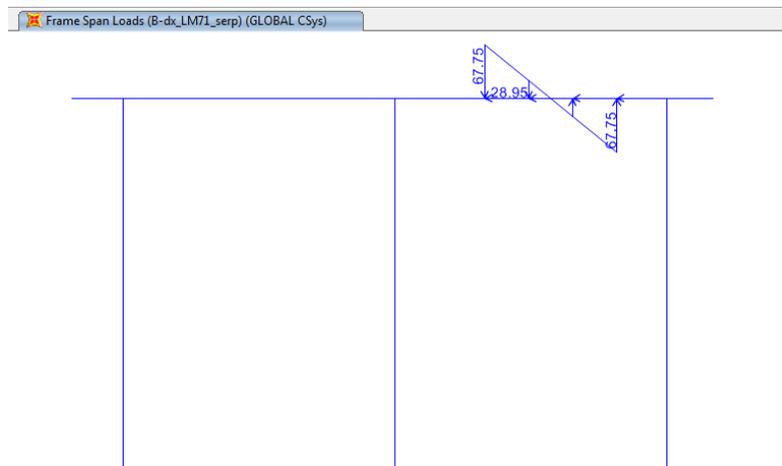


Figura 19 – Serpeggio LM71 binario destro

Azione di avviamento e frenatura (AVV)

L'avviamento e la frenatura sono azioni orizzontali ortogonali alla sezione di calcolo, e quindi non verranno prese in conto nel modello.

Forza centrifuga

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva. La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del P.F.. I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea. Ove siano considerati gli effetti dei modelli di carico SW, si assumerà una velocità di 100 km/h. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk})$$

Dove:

$Q_{tk} - q_{tk}$ = valore caratteristico della forza centrifuga [kN -kN/m];

$Q_{vk} - q_{vk}$ = valore caratteristico dei carichi verticali [kN -kN/m];

α = coefficiente di adattamento;

v = velocità di progetto espressa in m/s;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B	FOGLIO 28 di 85

V = velocità di progetto espressa in km/h;

f = fattore di riduzione;

g = accelerazione di gravità in m/s²;

r = raggio di curvatura in m.

Nel caso di curva policentrica come valore del raggio r dovrà essere assunto un opportuno valore medio fra i raggi di curvatura che interessano la campata in esame. La forza centrifuga sarà sempre combinata con i carichi verticali supposti agenti nella generica configurazione di carico, e non sarà incrementata dai coefficienti dinamici. f è un fattore di riduzione dato in funzione della velocità V e della lunghezza L_f di binario carico.

$$f = \left[1 - \frac{V - 120}{1000} \left(\frac{814}{V} + 1.75 \right) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{2.88}{L_f}} \right) \right]$$

Dove:

L_f = lunghezza di influenza, in metri, della parte curva di binario carico sul ponte, che è la più sfavorevole per il progetto del generico elemento strutturale;

f = 1 per V ≤ 120 km/h o L_f ≤ 2,88 m;

f < 1 per 120 < V ≤ 300 km/h e L_f > 2,88 m;

f(V) = f(300) per V > 300 km/h.

Per il modello di carico LM 71 e per velocità di progetto superiori ai 120 km/h, saranno considerati due casi:

(a) Modello di carico LM 71 e forza centrifuga per V = 120 km/h in accordo con le formule precedenti dove f = 1;

(b) Modello di carico LM 71 e forza centrifuga calcolata secondo le precedenti espressioni per la massima velocità di progetto.

Inoltre, per ponti situati in curva, dovrà essere considerato anche il caso di assenza di forza centrifuga (convogli fermi). Per i modelli di carico LM71 e SW/0 l'azione centrifuga si dovrà determinare partendo dalle equazioni [5.2.9] e [5.2.10] considerando i valori di V, α, e f definiti nella seguente Tab. 5.2 II.b.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

Tab. 5.2.II.b. - Parametri per determinazione della forza centrifuga

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				Carico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	< 100	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	$1 \times f \times$ (LM71" + "SW/0)	$\Phi \times 1 \times 1 \times$ (LM71" + "SW/0)
		120	α	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71" + "SW/0)	$\Phi \times \alpha \times 1 \times$ (LM71" + "SW/0)
	≤ 120	V	α	1	$\alpha \times 1 \times$ (LM71" + "SW/0)	

Per la sezione in esame si ha:

Raggio di curvatura in metri	r	750	m
Lunghezza di influenza della parte curva di binario carico sul ponte	L_f	128.45	m
Velocità massima di progetto	V_{max}	120	km/h

Inoltre considerando il solo treno di carico LM71 e una velocità massima di progetto di 120 km/h, i casi di normativa si riducono al solo:

Modello di carico: LM71

Caso (a): $V_{max} \leq 120$ km/h	
V =	120 km/h
α =	1.1
f =	1
qvk =	80 kN/m
qtk =	13.3 kN/m
Qvk =	250 kN
Qtk =	41.6 kN

In cui:

α = valutato come al paragrafo 7.3.1

f = vale 1, come indicato in normativa per il caso in questione;

$Q_{vk} - q_{vk}$ = sono i valori caratteristici dei carichi verticali del LM71

Considerando quindi l'interasse di 1,60 m tra gli assi di carico Q_{vk} , si ottiene una forza centrifuga pari a:

Qtk = 26.0 kN/m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

La forza centrifuga produrrà sulla soletta superiore, limitatamente alla lunghezza di ripartizione del LM71, un momento flettente e un carico distribuito orizzontale:

Forza centrifuga		(Si considera agente a 180 dal piano del ferro)		Centr
Treno LM71	F		26.00 kN/m	
	τ		6.84 kN/m/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			3.20 m	
Momento	Mc		83.20 kNm/m	
	d		2.53 m	
	ΔN		32.84 kN	
	$\Delta\sigma+$		34.57 kN/m ²	
	$\Delta\sigma-$		-34.57 kN/m ²	

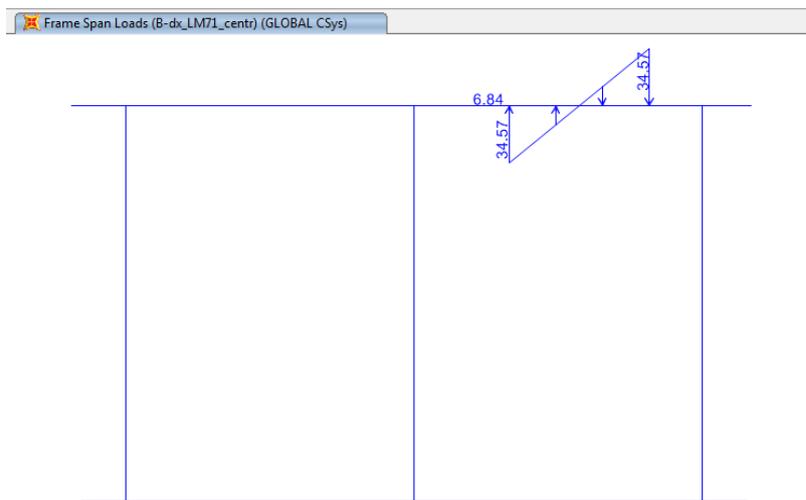


Figura 20 – Forza centrifuga da LM71 su binario destro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

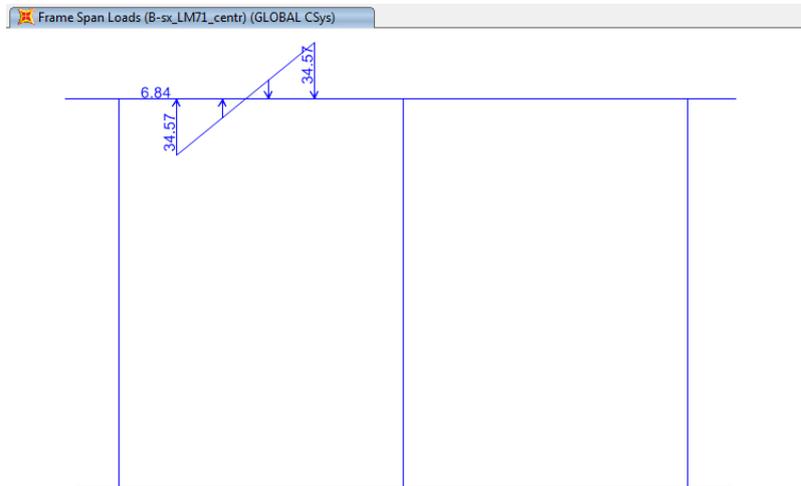


Figura 21 – Forza centrifuga da LM71 su binario sinistro.

7.4 Azione del vento

Lo scatolare in esame, essendo fuori terra, è soggetto alla pressione del vento.

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

Siamo in zona 4 per cui si ha:

a_s (m)	430 (quota del terreno valutata sul livello del mare)
a_o (m)	500
k_s	0.360
$v_b = v_{b,o}$ (m/s)	28 (velocità di riferimento del vento per $a_s \leq a_o$)
v_b (m/s)	- (velocità di riferimento del vento per $a_s > a_o$)
v_b (m/s)	28 (valore assunto nel calcolo)
q_r (N/mq)	490 (pressione cinetica di riferimento)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

Classe di rugosità D categoria di esposizione II

kr	0.19
zo (m)	0.05
zmin (m)	4
cd	1 (coefficiente dinamico)
ct	1 (coefficiente di topografia)
z (m)	12 (altezza della struttura)

Coefficiente di esposizione	
ce (z)	2.47 (per z >= zmin)
ce (z)	1.80 (per z < zmin)
ce (z)	2.47 (valore assunto nel calcolo)

Coefficiente di forma	
cp	0.8 (sopravento)

p (N/mq)	968 (pressione del vento sopravento)
-----------------	---

Essendo il valore ottenuto inferiore a 1.5 kN/m^2 nei calcoli è stato assunto $p=1.5 \text{ kN/m}^2$ come indicato nel Manuale di Progettazione.

Di conseguenza il carico applicato alla sezione di calcolo è pari a:

Spinta del vento sui piedritti	p_3	0.75 kN/m^2
--------------------------------	-------	-----------------------

Frame Span Loads (vento) (GLOBAL CSys)

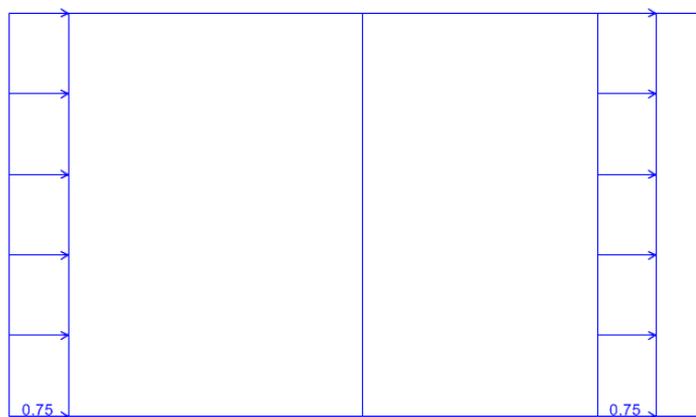


Figura 22 – Vento su struttura.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

Si considera inoltre l'effetto del vento sulla barriera, considerando il peso proprio di 4 kN/m^3 e un'altezza di 4 metri.

Vento Barriera	
Peso barriera	4 kN/m^2
H barriera	4 m
Wbarr	16 kN
Taglio barriera	6 kN
Momento barriera	12 kNm

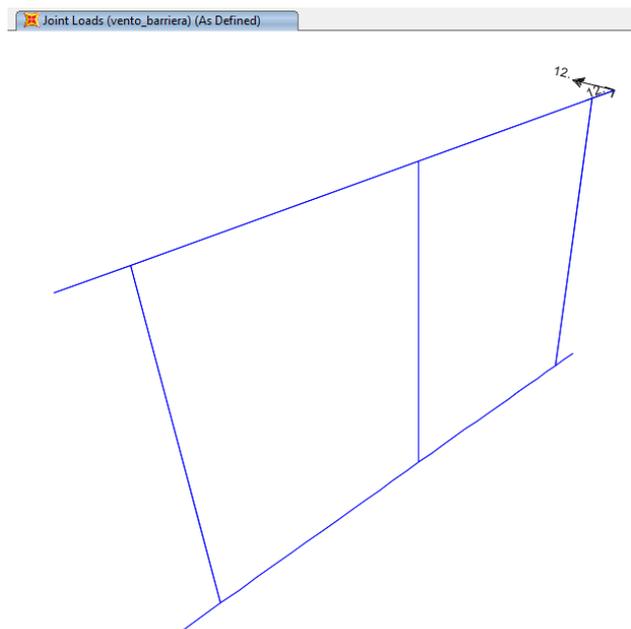


Figura 23 – Vento su barriera antirumore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

7.5 Azioni termiche

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ ed un gradiente di temperatura tra estradosso ed intradosso pari a $\pm 5^\circ\text{C}$, come indicato dalla normativa vigente.

7.6 Ritiro

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\varphi(t, t_0)$. Tali effetti sono stati considerati agenti solo sulla soletta superiore ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente.

La deformazione totale da ritiro è formata da due componenti: la deformazione da ritiro per essiccamento e la deformazione da ritiro autogeno.

Classe cls =	C32/40	
$f_{ck} =$	32 Mpa	
$f_{cm} =$	40 Mpa	
Tipo di cemento =	R	
$A_c =$	1 200 000 mm ²	area della sezione in cls
$u =$	1 000 mm	perimetro della sezione in cls a contatto con l'atmosfera
$h_0 = 2 A_c / u =$	2 400 mm	dimensione fittizia
RH =	75 %	umidità relativa ambientale
$t =$	25 550 giorni	età del cls nel momento considerato
$t_s =$	2 giorni	età del cls a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

Deformazione per ritiro da essiccamento (ε_{cd})

La deformazione da ritiro per essiccamento si sviluppa lentamente, dal momento che è funzione della migrazione dell'acqua attraverso il cls indurito.

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{cd,0}$$

Prospetto 3.3 - Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

Per valori intermedi del parametro h_0 si procede con interpolazione lineare.

$k_h =$	0.70	
$\varepsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$		
$\alpha_{ds1} =$	6	
$\alpha_{ds2} =$	0.11	
$f_{cm0} =$	10 Mpa	
$\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$		
$\beta_{RH} =$	0.896	
$\varepsilon_{cd,0} =$	-0.432 ‰	
$\varepsilon_{cd,\infty} =$	-0.302 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento a tempo infinito
$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \varepsilon_{cd,\infty}$		
$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] =$	0.845	
$\varepsilon_{cd}(t) =$	-0.255 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento al tempo "t"

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	35 di 85

Deformazione per ritiro autogeno (ϵ_{ca})

La deformazione da ritiro autogeno si sviluppa durante l'indurimento del cls: la maggior parte si sviluppa quindi nei primi giorni successivi al getto.

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = -0.055 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito}$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 t^{0,5}) = 1.000$$

$$\epsilon_{ca}(t) = -0.055 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno al tempo "t"}$$

Deformazione totale da ritiro (ϵ_{cs})

$$\epsilon_{cs}(t) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = -0.310 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro al tempo "t"}$$

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -0.357 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro a tempo infinito}$$

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME EQUIVALENTE AL RITIRO

$$\Delta T_{ritiro} = \epsilon_{cs}(t) / [(1 + \varphi(t, t_0)) \alpha]$$

$$\varphi(t, t_0) = 1.996$$

$$\alpha = 1.00E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T_{ritiro} = -10.35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.7 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

AZIONE SISMICA SU STRUTTURA		Sisma H
		SVL
	a_g	0.112 g
	S_S	1.50
	S_T	1.00
	F_0	2.64
	η	1.00
Spettro $T_B - T_C$	$S_e(T_B - T_C)$	0.443 g
Forza orizzontale su soletta sup. permanenti		20.39 kN/m
Forza orizzontale su soletta sup. LM71		4.97 kN/m
distanza baricentro treno - p.f.		1.80 m
distanza baricentro treno - mezzeria soletta		3.20 m
Momento LM71	M_s	15.91 kNm
	d	2.53 m
	ΔN	6.28 kN
	$\Delta\sigma+$	6.61 kN/m ²
	$\Delta\sigma-$	-6.61 kN/m ²
Forza orizzontale dei piedritti		13.30 kN/m

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	36 di 85

Frame Span Loads (sisma_orizzontale) (GLOBAL CSys)

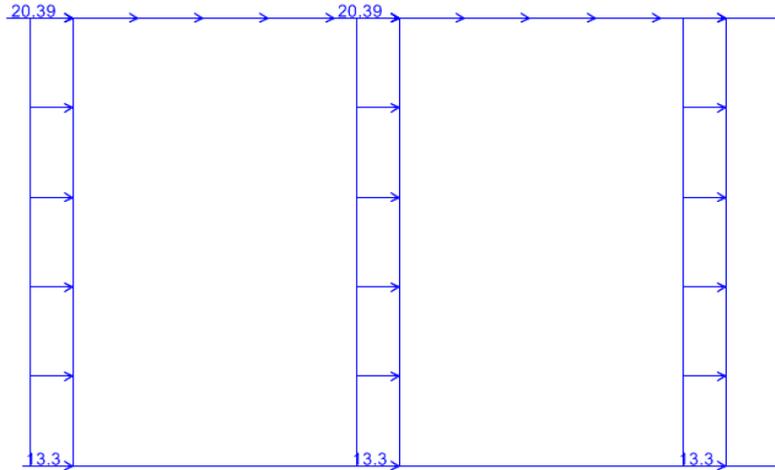


Figura 24 – Sisma orizzontale.

Frame Span Loads (sisma_LM71) (GLOBAL CSys)

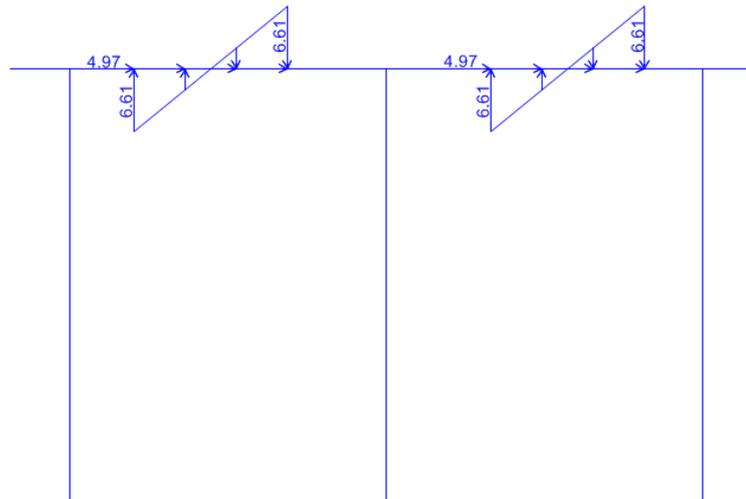


Figura 25 – Sisma orizzontale LM71.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

8. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 2.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
ballast + armamento	ballast
carico verticale LM71 sul binario sinistro	B-sx_LM71
carico verticale LM71 sul binario destro	B-dx_LM71
carico dovuto all'eccentricità (-) del modello LM71 sul binario sinistro	B-sx_LM71_ecc-
carico dovuto all'eccentricità (+) del modello LM71 sul binario sinistro	B-sx_LM71_ecc+
carico dovuto all'eccentricità (-) del modello LM71 sul binario destro	B-dx_LM71_ecc-
carico dovuto all'eccentricità (+) del modello LM71 sul binario destro	B-dx_LM71_ecc+
azione di serpeggio sul binario sinistro	B-sx_LM71_serp
azione di serpeggio sul binario destro	B-dx_LM71_serp
forza centrifuga sul binario sinistro	B-sx_LM71_cent
forza centrifuga sul binario destro	B-dx_LM71_cent
vento sulla struttura	vento
ritiro della soletta superiore	ritiro
variazione termica uniforme sulla soletta superiore	termica uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termicafarfalla
peso proprio barriera antirumore	barriera
vento su barriera antirumore	vento barriera
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sismaH

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	39 di 85

B-dx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00
B-dx_LM71_ecc-	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20
B-dx_LM71_serp	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
B-dx_LM71_centra	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20
vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
termicauniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50
termicafarfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
ventobarriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sisma_orizzontale	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 4 – Combinazioni di carico agli SLV.

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni										
	rar1	rar2	rar3	rar4	rar5	rar6	rar7	rar8	rar9	rar10
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_serp	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_centra	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
B-dx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-dx_LM71_ecc+	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00
B-dx_LM71_ecc-	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
B-dx_LM71_serp	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
B-dx_LM71_centra	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
termicauniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60
termicafarfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
ventobarriera	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00

Tabella 5 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	40 di 85

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione										
	fes1	fes2	fes3	fes4	fes5	fes6	fes7	fes8	fes9	fes10
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
B-sx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
B-sx_LM71_serp	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60
B-sx_LM71_centr	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
B-dx_LM71	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
B-dx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00
B-dx_LM71_ecc-	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60
B-dx_LM71_serp	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60
B-dx_LM71_centr	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60	0.00	0.00	0.60	0.60
vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
termicauniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60
termicafarfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
ventobarriera	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00

Tabella 6 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione.

combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni		
	qpe1	qpe2
DEAD	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc+	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00
B-sx_LM71_serp	0.00	0.00
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00
B-dx_LM71	0.00	0.00
B-dx_LM71_ecc+	0.00	0.00

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	41 di 85

B-dx_LM71_ecc-	0.00	0.00
B-dx_LM71_serp	0.00	0.00
B-dx_LM71_centra	0.00	0.00
vento	0.00	0.00
ritiro	1.00	-
termicauniforme	-0.50	0.50
termicafarfalla	0.50	-0.50
barriera	-	-
ventobarriera	-	-

Tabella 7 – Combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	42 di 85

9. RISULTATI E VERIFICHE

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio.

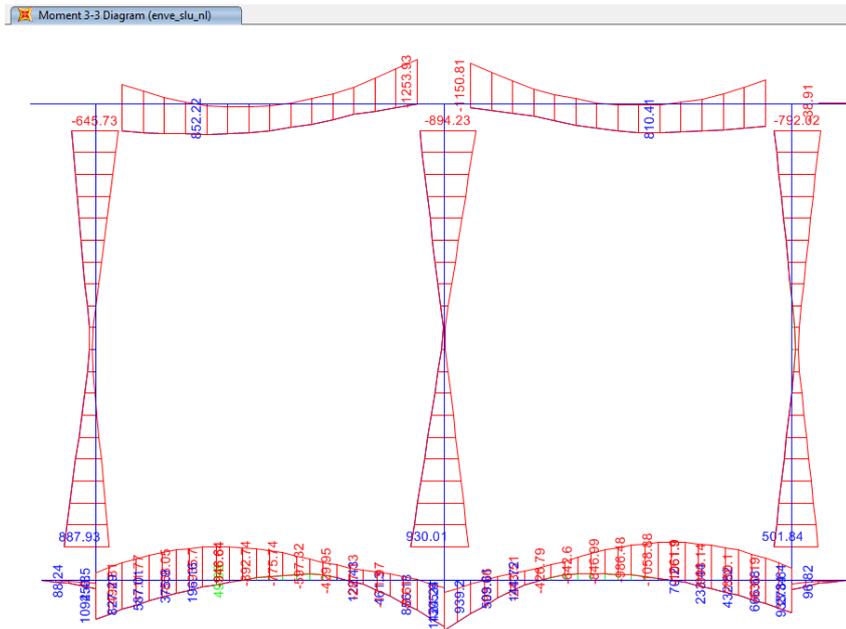


Figura 26 – Momento flettente enve-SLU.

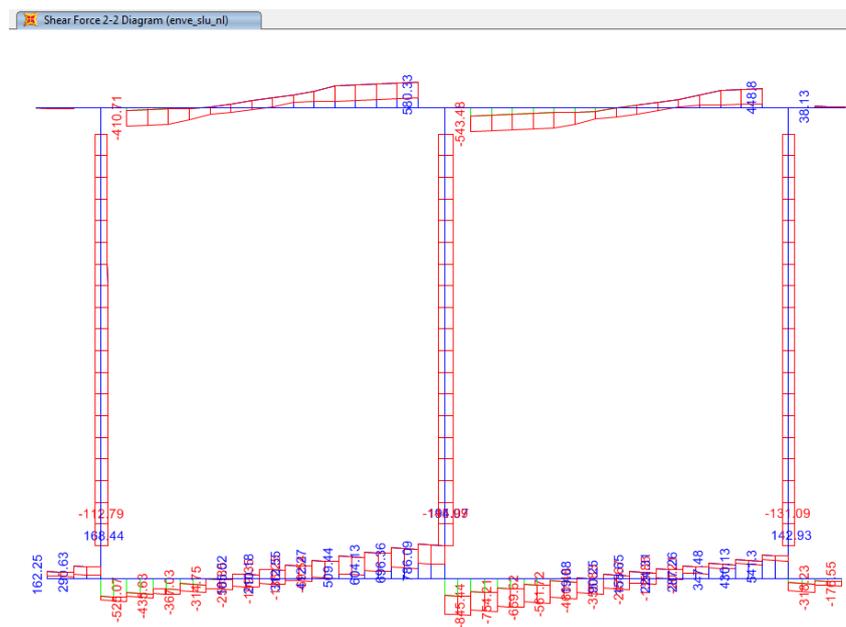


Figura 27 – Taglio enve-SLU.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	43 di 85

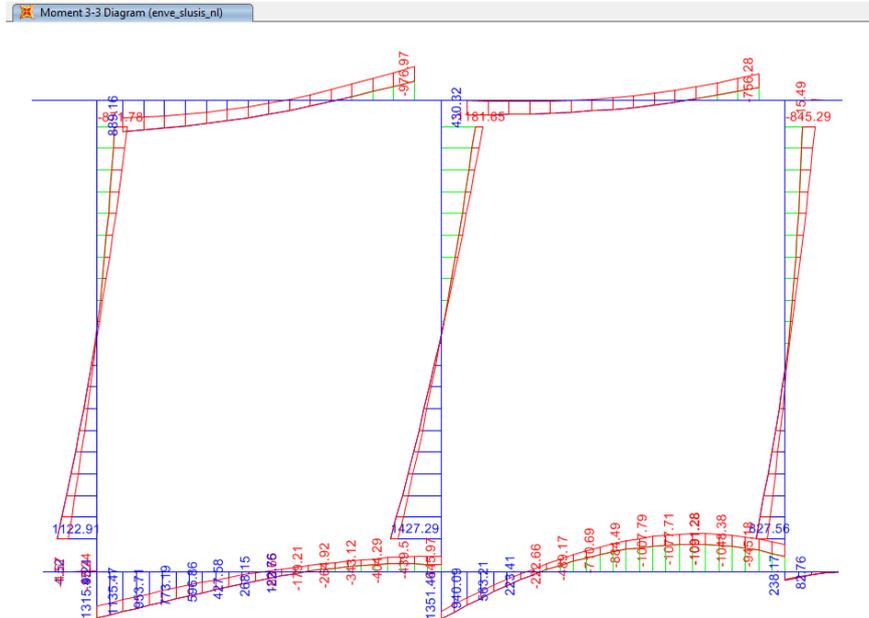


Figura 28 – Momento flettente enve-SLV.

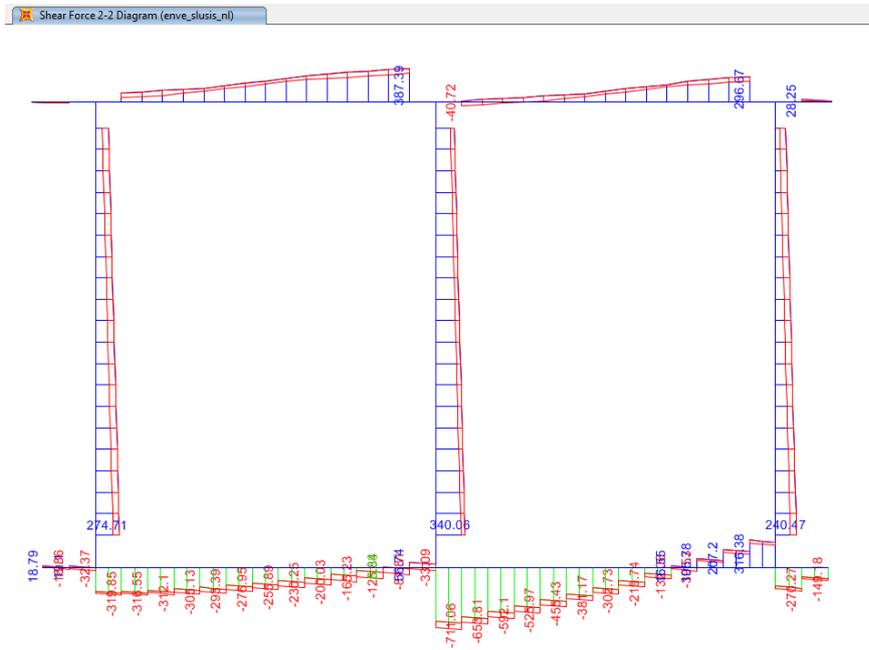


Figura 29 – Taglio enve-SLV.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	44 di 85

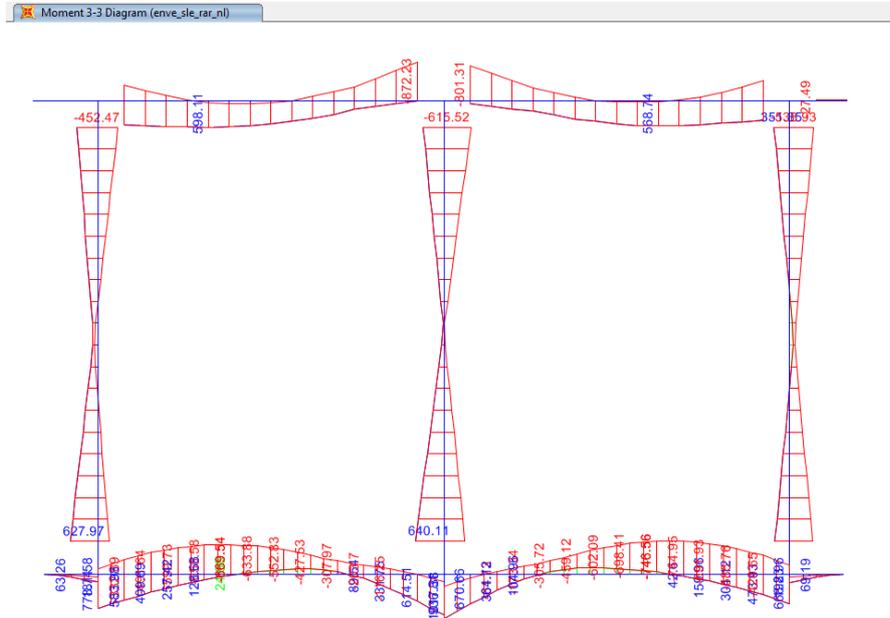


Figura 30 – Momento flettente enve-SLE rara tensioni.

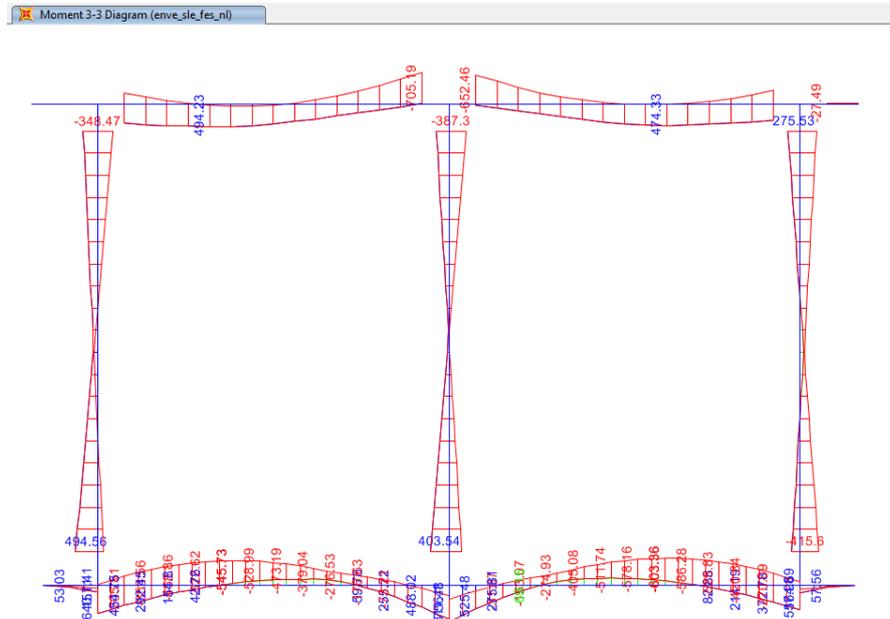


Figura 31 – Momento flettente enve-SLE rara fessurazione.

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	45 di 85

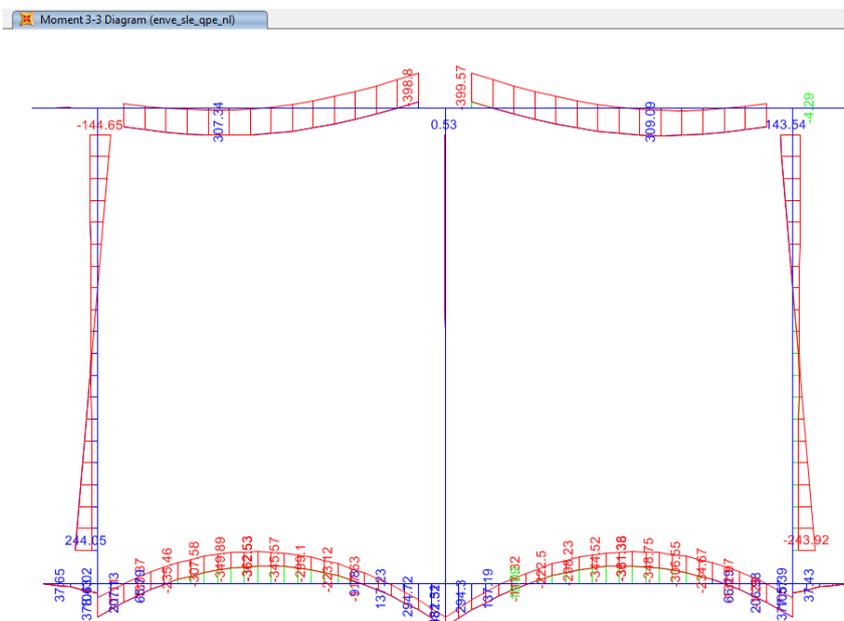


Figura 32 – Momento flettente enve-SLE quasi permanente.

9.1 Verifica soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	129.48	95.09	889.16	70	0.60	sis9_nl
M3	min	-94.92	387.39	-976.97	70	7.20	sis10_nl
V2	max	-94.92	387.39	-976.97	70	7.20	sis10_nl
V2	min	62.85	-40.72	9.36	71	0.60	sis8_nl
P	max	144.22	-3.68	378.34	71	0.60	sis5_nl
P	min	-111.24	367.31	-917.76	70	7.20	sis4_nl

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	46 di 85

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	110.19	-6.47	852.22	70	2.49	slu9_nl
M3	min	-111.07	580.33	-1253.93	70	7.20	slu10_nl
V2	max	-111.07	580.33	-1253.93	70	7.20	slu10_nl
V2	min	-100.10	-543.48	-1150.81	71	0.60	slu8_nl
P	max	243.74	-331.20	-293.02	71	0.60	slu5_nl
P	min	-223.73	380.22	-260.63	70	5.79	slu4_nl

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	78.55	-3.25	598.11	70	2.49	rar9_nl
M3	min	-74.74	408.76	-872.23	70	7.20	rar10_nl
V2	max	-74.74	408.76	-872.23	70	7.20	rar10_nl
V2	min	-67.23	-383.47	-801.31	71	0.60	rar8_nl
P	max	170.60	-238.25	-216.12	71	0.60	rar5_nl
P	min	-152.48	267.90	-177.26	70	5.79	rar4_nl

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	66.26	-7.01	494.23	70	2.49	fes9_nl
M3	min	-45.89	316.70	-705.19	70	7.20	fes10_nl
V2	max	-45.89	316.70	-705.19	70	7.20	fes10_nl
V2	min	-42.73	-298.17	-652.46	71	0.60	fes8_nl
P	max	120.14	-205.64	-145.63	71	0.60	fes5_nl
P	min	-82.21	-250.11	-513.60	71	0.60	fes4_nl

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	41.22	-4.12	309.09	71	4.84	qpe1_nl
M3	min	-2.76	-168.81	-399.57	71	0.60	qpe2_nl
V2	max	-2.63	169.07	-398.80	70	7.20	qpe2_nl
V2	min	-2.76	-168.81	-399.57	71	0.60	qpe2_nl
P	max	41.35	-80.83	204.97	70	0.60	qpe1_nl
P	min	-2.76	-168.81	-399.57	71	0.60	qpe2_nl

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

La soletta è armata a flessione in direzione trasversale con $\Phi 26/10$ inferiormente e superiormente. Come armatura a taglio sono previste staffe $\Phi 10/20$ a quattro braccia.

Avendo effettuato una modellazione piana della sezione trasversale, considerando una striscia di soletta di larghezza un metro, in direzione longitudinale la soletta viene armata considerando un'armatura pari al 20% di quella in direzione trasversale. Per tale motivo si considerano $\Phi 20/20$ superiormente e inferiormente.

9.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup

(Percorso File: \\ceano\C0J00_lavoro\Modelli di calcolo\SL03\rc_sec_SL03\sol_sup.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:		3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. B1*B2:		1.00	
Coeff. Aderenza differito B1*B2:		0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:		3375.0	daN/cm ²

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	48 di 85

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-11019	85222	-647	0
2	11107	-125393	58033	0
3	11107	-125393	58033	0
4	10010	-115081	-54348	0
5	-24374	-29302	-33120	0
6	22373	-26063	38022	0

COMB. RARE (S.L.E.) TENSIONI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-7855	59811
2	7474	-87223
3	7474	-87223
4	6723	-80131
5	-17060	-21612
6	15248	-17726

COMB. RARE (S.L.E.) FESSURAZIONE - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-6626	49423 (91349)
2	4589	-70519 (-95585)
3	4589	-70519 (-95585)
4	4273	-65246 (-95594)
5	-12014	-14563 (-79176)
6	8221	-51360 (-97747)

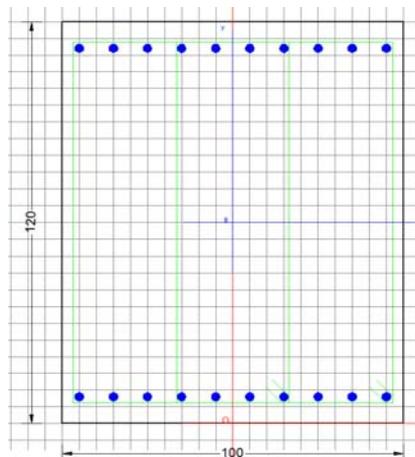
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	49 di 85

N°Comb.	N	Mx
1	-4122	30909 (91363)
2	276	-39957 (-94307)
3	263	-39880 (-94301)
4	276	-39957 (-94307)
5	-4135	20497 (89994)
6	276	-39957 (-94307)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-11019	85222	-11025	215971	2.534	110.5	0.08	0.70	53.1 (24.0)
2	S	11107	-125393	11107	-227474	1.814	9.9	0.09	0.70	53.1 (24.0)
3	S	11107	-125393	11107	-227474	1.814	9.9	0.09	0.70	53.1 (24.0)
4	S	10010	-115081	10025	-226912	1.972	9.9	0.09	0.70	53.1 (24.0)
5	S	-24374	-29302	-24387	-209015	7.133	9.2	0.08	0.70	53.1 (24.0)
6	S	22373	-26063	22370	-233319	8.952	10.2	0.09	0.70	53.1 (24.0)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	50 di 85

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00054	112.0	-0.03790	8.0
2	0.00350	0.0	0.00069	8.0	-0.03590	112.0
3	0.00350	0.0	0.00069	8.0	-0.03590	112.0
4	0.00350	0.0	0.00068	8.0	-0.03600	112.0
5	0.00350	0.0	0.00046	8.0	-0.03912	112.0
6	0.00350	0.0	0.00076	8.0	-0.03490	112.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	-647	0	456877	61957 100.0	112.0	1.000	1.000	0.2
2	S	58033	48884	459209	61957 100.0	112.0	1.000	1.005	14.7
3	S	58033	48884	459209	61957 100.0	112.0	1.000	1.005	14.7
4	S	-54348	48731	458979	61957 100.0	112.0	1.000	1.005	13.8
5	S	-33120	0	456877	61957 100.0	112.0	1.000	1.000	8.4
6	S	38022	50462	461575	61957 100.0	112.0	1.000	1.010	9.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	51 di 85

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	26.9	120.0	0.0	91.2	-1168	112.0	20.0	2000	53.1	9.3
2	S	40.8	0.0	0.0	31.8	-1540	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
3	S	40.8	0.0	0.0	31.8	-1540	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
4	S	37.5	0.0	0.0	31.8	-1416	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
5	S	8.1	0.0	0.0	20.3	-550	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
6	S	9.0	0.0	0.0	49.9	-201	8.0	20.0	2000	53.1	9.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00053	0.00017	0.50	0.60	0.000290 (0.000290)	394	0.114 (0.20)	91349
2	S	-0.00069	0.00025	0.50	0.60	0.000377 (0.000377)	394	0.149 (0.20)	-95585
3	S	-0.00069	0.00025	0.50	0.60	0.000377 (0.000377)	394	0.149 (0.20)	-95585
4	S	-0.00064	0.00023	0.50	0.60	0.000349 (0.000349)	394	0.138 (0.20)	-95594
5	S	-0.00020	0.00004	0.50	0.60	0.000113 (0.000113)	394	0.044 (0.20)	-79176
6	S	-0.00048	0.00018	0.50	0.60	0.000262 (0.000262)	394	0.103 (0.20)	-97747

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	13.9	120.0	0.0	91.3	-604	112.0	20.0	2000	53.1	9.3
2	S	18.4	0.0	0.0	30.7	-732	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
3	S	18.4	0.0	0.0	30.7	-731	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
4	S	18.4	0.0	0.0	30.7	-732	8.0	20.0	2000	53.1	9.3
5	S	9.2	120.0	0.0	91.9	-413	112.0	20.0	2000	53.1	9.3
6	S	18.4	0.0	0.0	30.7	-732	8.0	20.0	2000	53.1	9.3

9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup_sisma

(Percorso File: \\oceano\COJ\00_lavoro\Modelli di calcolo\SL03\rc_sec_SL03\sol_sup_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Normativa di riferimento:

N.T.C.

Tipologia sezione:

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Forma della sezione:

Rettangolare

Percorso sollecitazione:

A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C32/40

Resistenza compress. di progetto fcd:

181.30 daN/cm²

Resistenza compress. ridotta fcd':

90.65 daN/cm²

Deform. unitaria max resistenza ec2:

0.0020

Deformazione unitaria ultima ecu:

0.0035

Diagramma tensioni-deformaz.:

Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec:

333458 daN/cm²

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	52 di 85

Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-12948	88916	9509	0
2	9492	-97697	38739	0
3	9492	-97697	38739	0
4	-6285	936	-4072	0
5	-14422	37834	-368	0
6	11124	-91776	36731	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	53 di 85

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-12948	88916	-12955	207046	2.329	92.2	0.25	0.75	53.1 (24.0)
2	S	9492	-97697	9469	-217541	2.227	29.4	0.26	0.77	53.1 (24.0)
3	S	9492	-97697	9469	-217541	2.227	29.4	0.26	0.77	53.1 (24.0)
4	S	-6285	936	-6298	210178	224.549	91.7	0.25	0.76	53.1 (24.0)
5	S	-14422	37834	-14424	206354	5.454	92.3	0.25	0.75	53.1 (24.0)
6	S	11124	-91776	11143	-218318	2.379	29.5	0.26	0.77	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00065	120.0	0.00046	112.0	-0.00196	8.0
2	0.00070	0.0	0.00051	8.0	-0.00196	112.0
3	0.00070	0.0	0.00051	8.0	-0.00196	112.0
4	0.00066	120.0	0.00047	112.0	-0.00196	8.0
5	0.00064	120.0	0.00046	112.0	-0.00196	8.0
6	0.00070	0.0	0.00051	8.0	-0.00196	112.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	9509	0	456877	61957 100.0	112.0	1.000	1.000	2.4
2	S	38739	48658	458870	61957 100.0	112.0	1.000	1.004	9.8
3	S	38739	48658	458870	61957 100.0	112.0	1.000	1.004	9.8
4	S	-4072	0	456877	61957 100.0	112.0	1.000	1.000	1.0
5	S	-368	0	456877	61957 100.0	112.0	1.000	1.000	0.1
6	S	36731	48887	459213	61957 100.0	112.0	1.000	1.005	9.3

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	54 di 85

9.2 Verifica piedritti

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-697.86	340.06	1427.29	65	0.75	sis9_nl
M3	min	-415.94	215.04	-1181.65	65	10.15	sis9_nl
V2	max	-697.86	340.06	1427.29	65	0.75	sis9_nl
V2	min	-310.59	44.85	-493.37	66	10.15	sis7_nl
P	max	44.40	105.71	-644.95	64	10.15	sis10_nl
P	min	-725.83	316.62	1315.26	65	0.75	sis4_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1201.41	194.07	930.01	65	0.75	slu9_nl
M3	min	-820.82	194.07	-894.23	65	10.15	slu9_nl
V2	max	-1201.41	194.07	930.01	65	0.75	slu9_nl
V2	min	-1201.58	-145.99	-696.48	65	0.75	slu7_nl
P	max	-139.12	85.77	-268.49	64	10.15	slu10_nl
P	min	-1303.41	15.96	77.90	65	0.75	slu4_nl

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-871.49	133.58	640.11	65	0.75	rar9_nl
M3	min	-589.57	133.58	-615.52	65	10.15	rar9_nl
V2	max	-871.49	133.58	640.11	65	0.75	rar9_nl
V2	min	-871.46	-100.69	-480.39	65	0.75	rar7_nl
P	max	-103.88	60.99	-190.62	64	10.15	rar10_nl
P	min	-939.33	11.00	53.67	65	0.75	rar4_nl

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-406.52	93.21	494.56	64	0.75	fes9_nl
M3	min	-422.93	-73.52	-415.60	66	0.75	fes7_nl
V2	max	-406.52	93.21	494.56	64	0.75	fes9_nl
V2	min	-422.93	-73.52	-415.60	66	0.75	fes7_nl
P	max	-111.11	35.74	-86.62	64	10.15	fes10_nl
P	min	-829.66	-0.66	-2.24	65	0.75	fes4_nl

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	55 di 85

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-424.10	41.35	244.05	64	0.75	qpe1_nl
M3	min	-421.90	-41.22	-243.92	66	0.75	qpe1_nl
V2	max	-424.10	41.35	244.05	64	0.75	qpe1_nl
V2	min	-421.90	-41.22	-243.92	66	0.75	qpe1_nl
P	max	-129.31	2.76	-83.29	66	10.15	qpe2_nl
P	min	-673.77	-0.13	-0.71	65	0.75	qpe2_nl

I piedritti sono armati a flessione in direzione trasversale con $\Phi 24/10$ esternamente e internamente.

Non risulta necessaria armatura a taglio.

Avendo effettuato una modellazione piana della sezione trasversale, considerando una striscia di piedritto di larghezza un metro, in direzione longitudinale i piedritti sono armati considerando un'armatura pari al 20% di quella in direzione trasversale. Per tale motivo si considerano $\Phi 20/20$ internamente e esternamente.

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	181.30 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		4500.0 daN/cm ²

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	56 di 85

Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.2	24
2	45.0	9.2	24
3	-45.0	110.8	24
4	45.0	110.8	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	24
2	3	4	8	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	120141	93001	0	19407	0
2	82082	-89423	0	19407	0
3	120141	93001	0	19407	0
4	120158	-69648	0	-14599	0

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	57 di 85

5	13912	-26849	0	8577	0
6	130341	7790	0	1596	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	87149	64011	0
2	58957	-61552	0
3	87149	64011	0
4	87146	-48039	0
5	10388	-19062	0
6	93933	5367	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	40652	49456 (110375)	0 (0)
2	42293	-41560 (-116618)	0 (0)
3	40652	49456 (110375)	0 (0)
4	42293	-41560 (-116618)	0 (0)
5	11111	-8662 (-126297)	0 (0)
6	82966	-224 (0)	0 (0)

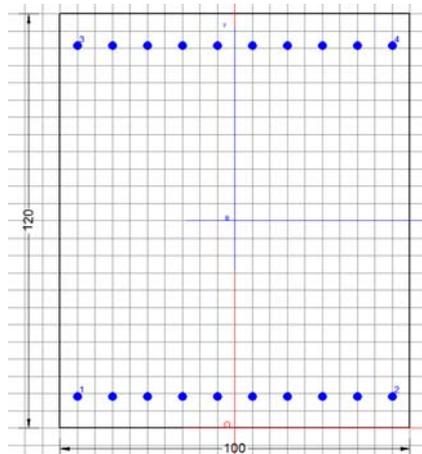
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	42410	24405 (147280)	0 (0)
2	42190	-24392 (-146846)	0 (0)
3	42410	24405 (147280)	0 (0)
4	42190	-24392 (-146846)	0 (0)
5	12931	-8329 (-137950)	0 (0)
6	67377	-71 (0)	0 (0)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	58 di 85



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	120141	93001	0	120155	248007	0	2.67	45.2(20.9)
2	S	82082	-89423	0	82088	-228931	0	2.56	45.2(20.9)
3	S	120141	93001	0	120155	248007	0	2.67	45.2(20.9)
4	S	120158	-69648	0	120155	-248007	0	3.56	45.2(20.9)
5	S	13912	-26849	0	13928	-194368	0	7.24	45.2(20.9)
6	S	130341	7790	0	130318	253070	0	32.49	45.2(20.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.121	50.0	120.0	0.00110	45.0	110.8	-0.02536	-45.0	9.2
2	0.00350	0.111	-50.0	0.0	0.00087	-45.0	9.2	-0.02811	-45.0	110.8

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	59 di 85

3	0.00350	0.121	50.0	120.0	0.00110	45.0	110.8	-0.02536	-45.0	9.2
4	0.00350	0.121	-50.0	0.0	0.00110	-45.0	9.2	-0.02536	-45.0	110.8
5	0.00350	0.094	-50.0	0.0	0.00042	-45.0	9.2	-0.03364	-45.0	110.8
6	0.00350	0.124	50.0	120.0	0.00116	45.0	110.8	-0.02465	-45.0	9.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000260431	-0.027751704	0.121	0.700
2	0.000000000	-0.000285331	0.003500000	0.111	0.700
3	0.000000000	0.000260431	-0.027751704	0.121	0.700
4	0.000000000	-0.000260431	0.003500000	0.121	0.700
5	0.000000000	-0.000335204	0.003500000	0.094	0.700
6	0.000000000	0.000254047	-0.026985677	0.124	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio V_y di comb. (sollecit. retta)
 Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	19407	61260	110.8	100.0	0.0041	1.0
2	S	19407	55989	110.8	100.0	0.0041	0.7
3	S	19407	61260	110.8	100.0	0.0041	1.0
4	S	14599	61262	110.8	100.0	0.0041	1.0
5	S	8577	46547	110.8	100.0	0.0041	0.1
6	S	1596	62673	110.8	100.0	0.0041	1.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	35.9	50.0	120.0	-599	35.0	9.2	2250	45.2
2	S	34.3	-50.0	0.0	-778	35.0	110.8	2300	45.2
3	S	35.9	50.0	120.0	-599	35.0	9.2	2250	45.2
4	S	26.9	-50.0	0.0	-303	35.0	110.8	1900	45.2
5	S	10.4	-50.0	0.0	-313	35.0	110.8	2300	45.2
6	S	8.8	-50.0	120.0	83	35.0	9.2	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	60 di 85

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00035	0	0.500	24.0	80	0.00018 (0.00018)	475	0.085 (0.20)	129490	0
2	S	-0.00044	0	0.500	24.0	80	0.00023 (0.00023)	479	0.112 (0.20)	-114636	0
3	S	-0.00035	0	0.500	24.0	80	0.00018 (0.00018)	475	0.085 (0.20)	129490	0
4	S	-0.00018	0	0.500	24.0	80	0.00009 (0.00009)	443	0.040 (0.20)	-151501	0
5	S	-0.00018	0	0.500	24.0	80	0.00009 (0.00009)	479	0.045 (0.20)	-102598	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	27.5	50.0	120.0	-685	-15.0	9.2	2300	45.2
2	S	23.2	-50.0	0.0	-504	35.0	110.8	2300	45.2
3	S	27.5	50.0	120.0	-685	-15.0	9.2	2300	45.2
4	S	23.2	-50.0	0.0	-504	35.0	110.8	2300	45.2
5	S	4.9	-50.0	0.0	-86	35.0	110.8	2300	45.2
6	S	6.3	50.0	0.0	92	35.0	110.8	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0	0.500	24.0	80	0.00021 (0.00021)	479	0.098 (0.20)	110375	0
2	S	-0.00029	0	0.500	24.0	80	0.00015 (0.00015)	479	0.073 (0.20)	-116618	0
3	S	-0.00039	0	0.500	24.0	80	0.00021 (0.00021)	479	0.098 (0.20)	110375	0
4	S	-0.00029	0	0.500	24.0	80	0.00015 (0.00015)	479	0.073 (0.20)	-116618	0
5	S	-0.00005	0	0.500	24.0	80	0.00003 (0.00003)	479	0.012 (0.20)	-126297	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	13.7	-50.0	120.0	-165	35.0	9.2	1950	45.2
2	S	13.7	-50.0	0.0	-166	35.0	110.8	1950	45.2
3	S	13.7	-50.0	120.0	-165	35.0	9.2	1950	45.2
4	S	13.7	-50.0	0.0	-166	35.0	110.8	1950	45.2
5	S	4.7	-50.0	0.0	-66	35.0	110.8	2100	45.2
6	S	5.1	-50.0	0.0	75	-5.0	110.8	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	61 di 85

1	S	-0.00010	0	0.500	24.0	80	0.00005 (0.00005)	448	0.022 (0.20)	147280	0
2	S	-0.00010	0	0.500	24.0	80	0.00005 (0.00005)	448	0.022 (0.20)	-146846	0
3	S	-0.00010	0	0.500	24.0	80	0.00005 (0.00005)	448	0.022 (0.20)	147280	0
4	S	-0.00010	0	0.500	24.0	80	0.00005 (0.00005)	448	0.022 (0.20)	-146846	0
5	S	-0.00004	0	0.500	24.0	80	0.00002 (0.00002)	461	0.009 (0.20)	-137950	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: [pied_sisma](#)

(Percorso File: D:\Commesse\C0\SL03\pied_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.2	24

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	62 di 85

2	45.0	9.2	24
3	-45.0	110.8	24
4	45.0	110.8	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	24
2	3	4	8	24

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	69786	142729	0	34006	0
2	41594	-118165	0	21504	0
3	69786	142729	0	34006	0
4	31059	-49337	0	4485	0
5	-4440	-64495	0	10571	0
6	72583	131526	0	31662	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	69786	142729	0	69782	211813	0	1.48	45.2(20.9)
2	S	41594	-118165	0	41616	-199033	0	1.68	45.2(20.9)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	63 di 85

3	S	69786	142729	0	69782	211813	0	1.48	45.2(20.9)
4	S	31059	-49337	0	31032	-194172	0	3.94	45.2(20.9)
5	S	-4440	-64495	0	-4423	-177628	0	2.75	45.2(19.3)
6	S	72583	131526	0	72598	213076	0	1.62	45.2(20.9)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00079	0.286	50.0	120.0	0.00056	45.0	110.8	-0.00196	-45.0	9.2
2	0.00073	0.270	-50.0	0.0	0.00050	-45.0	9.2	-0.00196	-45.0	110.8
3	0.00079	0.286	50.0	120.0	0.00056	45.0	110.8	-0.00196	-45.0	9.2
4	0.00070	0.264	-50.0	0.0	0.00048	-45.0	9.2	-0.00196	-45.0	110.8
5	0.00062	0.242	-50.0	0.0	0.00041	-45.0	9.2	-0.00196	-45.0	110.8
6	0.00079	0.288	50.0	120.0	0.00056	45.0	110.8	-0.00196	-45.0	9.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000024746	-0.002184161	0.286	0.798
2	0.000000000	-0.000024203	0.000725198	0.270	0.778
3	0.000000000	0.000024746	-0.002184161	0.286	0.798
4	0.000000000	-0.000023996	0.000702256	0.264	0.770
5	0.000000000	-0.000023284	0.000623411	0.242	0.742
6	0.000000000	0.000024799	-0.002184652	0.288	0.800

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	34006	54286	110.8	100.0	0.0041	0.6
2	S	21504	50381	110.8	100.0	0.0041	0.3
3	S	34006	54286	110.8	100.0	0.0041	0.6
4	S	4485	48922	110.8	100.0	0.0041	0.3
5	S	10571	48922	110.8	100.0	0.0041	0.3
6	S	31662	54673	110.8	100.0	0.0041	0.6

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	64 di 85

9.3 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-283.86	-291.69	1135.47	36	0.60	sis9_nl
M3	min	-590.73	-33.86	-1091.28	57	0.00	sis10_nl
V2	max	-633.89	207.20	-846.25	59	0.60	sis9_nl
V2	min	-590.73	-653.81	434.69	49	0.00	sis10_nl
P	max	0.83	-17.95	-4.02	33	0.00	sis1_nl
P	min	-838.82	-147.14	0.00	62	0.00	sis2_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-362.50	-700.81	939.20	49	0.60	slu9_nl
M3	min	-290.83	-20.21	-1061.90	56	0.00	slu10_nl
V2	max	-204.35	696.36	290.85	46	0.60	slu8_nl
V2	min	-290.83	-754.21	339.16	49	0.00	slu10_nl
P	max	28.15	-351.93	-285.79	36	0.00	slu4_nl
P	min	-434.61	-176.55	0.00	62	0.00	slu10_nl

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-252.02	-499.66	670.66	49	0.60	rar9_nl
M3	min	-201.89	-91.49	-746.56	55	0.00	rar10_nl
V2	max	-142.75	497.32	203.03	46	0.60	rar8_nl
V2	min	-201.89	-536.95	235.40	49	0.00	rar10_nl
P	max	17.59	-258.69	-197.86	36	0.00	rar4_nl
P	min	-298.76	-126.56	0.00	62	0.00	rar10_nl

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-177.15	-404.87	525.48	49	0.60	fes9_nl
M3	min	-127.11	-53.24	-603.36	55	0.00	fes10_nl
V2	max	-83.31	413.22	127.00	46	0.60	fes8_nl
V2	min	-127.11	-442.16	147.10	49	0.00	fes10_nl
P	max	16.45	-349.49	85.53	49	0.00	fes4_nl
P	min	-190.31	-107.19	0.00	62	0.00	fes10_nl

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-41.32	251.24	294.72	46	0.00	qpe1_nl
M3	min	2.63	-32.30	-362.53	40	0.00	qpe2_nl
V2	max	2.63	285.60	17.40	46	0.60	qpe2_nl
V2	min	2.76	-284.97	17.36	49	0.00	qpe2_nl
P	max	2.76	-284.97	17.36	49	0.00	qpe2_nl
P	min	-41.32	-246.81	65.79	36	0.00	qpe1_nl

La soletta è armata a flessione in direzione trasversale con $\Phi 24/10$ inferiormente e superiormente. Come armatura a taglio sono previste staffe $\Phi 10/20$ a quattro braccia.

Avendo effettuato una modellazione piana della sezione trasversale, considerando una striscia di soletta di larghezza un metro, in direzione longitudinale la soletta viene armata considerando un'armatura pari al 20% di quella in direzione trasversale. Per tale motivo si considerano $\Phi 20/20$ inferiormente e superiormente.

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf

(Percorso File: D:\Commesse\COJ\SL03\rc_sec_SL03\sol_inf.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettagolare

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	66 di 85

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	36250	93920	-70081	0
2	29083	-106190	-2021	0
3	20435	29085	69636	0
4	29083	33916	-75421	0
5	-2815	-28579	-35193	0
6	43461	10	-17655	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	25202	67066
2	20189	-74656
3	14275	20303
4	20189	23540
5	-1759	-19786
6	29876	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

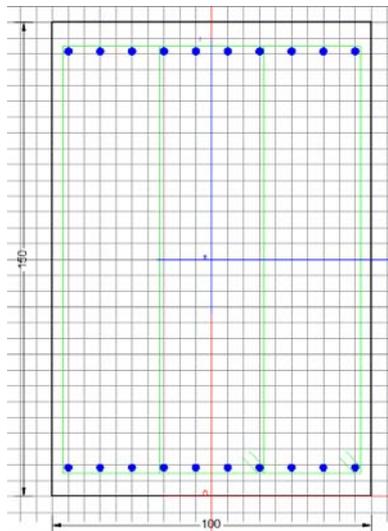
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	67 di 85

N°Comb.	N	Mx
1	17715	52548 (151022)
2	12711	-60336 (-145401)
3	8331	12700 (167334)
4	12711	14710 (180025)
5	-1645	8553 (129982)
6	19031	0 (0)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	4132	29472 (142446)
2	-263	-36253 (-136636)
3	-263	1740 (131406)
4	-276	1736 (131133)
5	-276	1736 (131133)
6	4132	6579 (165766)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.8 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	68 di 85

Yn Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	36250	93920	36254	264276	2.814	139.0	0.08	0.70	45.2 (30.0)
2	S	29083	-106190	29085	-259558	2.444	10.8	0.08	0.70	45.2 (30.0)
3	S	20435	29085	20439	253858	8.728	139.4	0.08	0.70	45.2 (30.0)
4	S	29083	33916	29085	259558	7.653	139.2	0.08	0.70	45.2 (30.0)
5	S	-2815	-28579	-2812	-238509	8.346	10.0	0.07	0.70	45.2 (30.0)
6	S	43461	10	43433	26900126900.096		138.8	0.08	0.70	45.2 (30.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	150.0	0.00057	140.8	-0.04131	9.2
2	0.00350	0.0	0.00052	9.2	-0.04205	140.8
3	0.00350	150.0	0.00046	140.8	-0.04299	9.2
4	0.00350	150.0	0.00052	140.8	-0.04205	9.2
5	0.00350	0.0	0.00030	9.2	-0.04555	140.8
6	0.00350	150.0	0.00062	140.8	-0.04054	9.2

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	-70081	55691	582015	77889 100.0	140.8	1.000	1.013	14.1
2	S	-2021	54682	580502	77889 100.0	140.8	1.000	1.011	0.4
3	S	69636	53464	578675	77889 100.0	140.8	1.000	1.008	14.0
4	S	-75421	54682	580502	77889 100.0	140.8	1.000	1.011	15.2
5	S	-35193	0	574359	77889 100.0	140.8	1.000	1.000	7.1
6	S	-17655	56706	583538	77889 100.0	140.8	1.000	1.016	3.6

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	69 di 85

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	25.0	150.0	0.0	108.2	-889	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	27.5	0.0	0.0	39.3	-1066	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	7.7	150.0	0.0	99.7	-208	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	9.0	150.0	0.0	95.0	-210	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	6.9	0.0	0.0	31.8	-354	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	1.8	150.0	1.8	0.0	27	140.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00049	0.00019	0.50	0.60	0.000267 (0.000267)	479	0.128 (0.20)	152828
2	S	-0.00058	0.00021	0.50	0.60	0.000320 (0.000320)	479	0.153 (0.20)	-148004
3	S	-0.00011	0.00006	0.50	0.60	0.000062 (0.000062)	479	0.030 (0.20)	170048
4	S	-0.00012	0.00007	0.50	0.60	0.000063 (0.000063)	479	0.030 (0.20)	179603
5	S	-0.00019	0.00005	0.50	0.60	0.000106 (0.000106)	479	0.051 (0.20)	-133619
6	S	0.00001	0.00001	----	----	----	----	----	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	19.5	150.0	0.0	109.1	-716	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	22.1	0.0	0.0	38.0	-897	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	4.8	150.0	0.0	101.0	-135	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	5.6	150.0	0.0	94.8	-130	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	3.0	150.0	0.0	119.3	-162	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	1.2	150.0	1.2	0.0	17	140.8	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00039	0.00015	0.50	0.60	0.000215 (0.000215)	479	0.103 (0.20)	151022
2	S	-0.00049	0.00017	0.50	0.60	0.000269 (0.000269)	479	0.129 (0.20)	-145401

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	70 di 85

3	S	-0.00007	0.00004	0.50	0.60	0.000041 (0.000041)	479	0.019 (0.20)	167334
4	S	-0.00007	0.00004	0.50	0.60	0.000039 (0.000039)	479	0.019 (0.20)	180025
5	S	-0.00009	0.00002	0.50	0.60	0.000049 (0.000049)	479	0.023 (0.20)	129982
6	S	0.00001	0.00001	----	----	----	----	----	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	10.7	150.0	0.0	113.5	-459	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	12.8	0.0	0.0	33.4	-619	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	0.6	150.0	0.0	118.5	-32	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	0.6	150.0	0.0	118.7	-32	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	0.6	150.0	0.0	118.7	-32	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	2.5	150.0	0.0	101.1	-72	140.8	23.0	2300	45.2	9.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00025	0.00008	0.50	0.40	0.000138 (0.000138)	479	0.066 (0.20)	142446
2	S	-0.00034	0.00010	0.50	0.40	0.000186 (0.000186)	479	0.089 (0.20)	-136636
3	S	-0.00002	0.00000	0.50	0.40	0.000010 (0.000010)	479	0.005 (0.20)	131406
4	S	-0.00002	0.00000	0.50	0.40	0.000010 (0.000010)	479	0.005 (0.20)	131133
5	S	-0.00002	0.00000	0.50	0.40	0.000010 (0.000010)	479	0.005 (0.20)	131133
6	S	-0.00004	0.00002	0.50	0.40	0.000022 (0.000022)	479	0.010 (0.20)	165766

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf_sisma

(Percorso File: D:\Commesse\C0J\SL03\rc_sec_SL03\sol_inf_sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettilineo
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	71 di 85

Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	28386	113547	-29169	0
2	59073	-109128	-3386	0
3	63389	-84625	20720	0
4	59073	43469	-65381	0
5	-83	-402	-1795	0
6	83882	10	-14714	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	28386	113547	28402	247925	2.183	116.6	0.24	0.74	45.2 (30.0)
2	S	59073	-109128	59060	-265932	2.437	35.7	0.25	0.76	45.2 (30.0)
3	S	63389	-84625	63405	-268455	3.172	36.0	0.26	0.76	45.2 (30.0)
4	S	59073	43469	59060	265932	6.118	114.3	0.25	0.76	45.2 (30.0)
5	S	-83	-402	-84	-230889	574.350	31.1	0.22	0.72	45.2 (30.0)
6	S	83882	10	83881	28027128027.091		112.5	0.27	0.77	45.2 (30.0)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	72 di 85

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00061	150.0	0.00044	140.8	-0.00196	9.2
2	0.00066	0.0	0.00049	9.2	-0.00196	140.8
3	0.00067	0.0	0.00050	9.2	-0.00196	140.8
4	0.00066	150.0	0.00049	140.8	-0.00196	9.2
5	0.00055	0.0	0.00039	9.2	-0.00196	140.8
6	0.00071	150.0	0.00054	140.8	-0.00196	9.2

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-29169	54583	580355	77889 100.0	140.8	1.000	1.010	5.9
2	S	-3386	58904	586836	77889 100.0	140.8	1.000	1.022	0.7
3	S	20720	59512	587747	77889 100.0	140.8	1.000	1.023	4.2
4	S	-65381	58904	586836	77889 100.0	140.8	1.000	1.022	13.2
5	S	-1795	50587	574359	77889 100.0	140.8	1.000	1.000	0.4
6	S	-14714	62397	592075	77889 100.0	140.8	1.000	1.031	3.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL03 – Scatolare di approccio al viadotto VI06:Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL 03 00 001	REV. B

9.4 Riepilogo verifiche

Nella tabella seguente si riportano le verifiche più significative.

SLO3		ARMATURA		SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		SOLLECITAZIONI RESISTENTI		FS
		INFERIORE	SUPERIORE	SFORZO ASSIALE	MOMENTO	SFORZO ASSIALE	MOMENTO	
				N (KN)	Mx (KNm)	N_res (KN)	Mx_res (KNm)	
SOLETTA COPERTURA	mezzeria	Φ26/10	Φ26/10	110.19	852.22	110.25	2159.71	2.534
	estremità	Φ26/10	Φ26/10	111.07	-1253.93	111.07	-2274.74	1.814
PIEDRITTI	estremità	Φ24/10	Φ24/10	820.82	894.23	820.88	2289.31	2.56
SOLETTA DI FONDAZIONE	estremità	Φ24/10	Φ24/10	283.86	1135.47	284.02	2479.25	2.183
	mezzeria	Φ24/10	Φ24/10	590.73	-1091.28	590.6	-2659.32	2.437

9.5 Incidenze

Nella tabella seguente si riportano le incidenze delle membrature.

INCIDENZE			
WBS	SOLETTA	PIEDRITTI	FONDAZIONE
SL03	120 kg/m3	100 kg/m3	100 kg/m3

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	74 di 85

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale, in particolare, si è considerata la reazione alla base dell'opera rispetto al baricentro per le combinazioni di carico STR e SIS secondo l'approccio 2 A1+M1+R3. Ai fini della verifica si considera un terreno di fondazione avente un angolo di resistenza al taglio ϕ' di 25, una coesione efficace c' di 15 kPa e un peso dell'unità di volume di 19 kN/m³. Si precisa, inoltre, che si è assunta una profondità del piano di posa D pari allo spessore della soletta inferiore.

Di seguito la tabella riepilogativa delle azioni alla base con evidenziate in giallo le combinazioni che forniscono rispettivamente i valori massimi di F_x , F_z e M_y .

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
slu1_nl	NonStatic	-392.076	0	3653.145	0	-4843.32
slu2_nl	NonStatic	-392.462	0	3653.145	0	-4843.32
slu3_nl	NonStatic	-35.906	0	3653.145	0	-379.143
slu4_nl	NonStatic	-36.489	0	3653.145	0	-379.143
slu5_nl	NonStatic	-36.814	0	3653.145	0	-392.605
slu6_nl	NonStatic	-37.413	0	3653.145	0	-392.605
slu7_nl	NonStatic	316.52	0	3653.145	0	4071.572
slu8_nl	NonStatic	317.145	0	3653.145	0	4071.572
slu9_nl	NonStatic	-434.181	0	3674.745	0	-5381.39
slu10_nl	NonStatic	-434.608	0	3674.745	0	-5381.39
sis1_nl	NonStatic	-837.992	0	2325.643	0	-6814.32
sis2_nl	NonStatic	-838.818	0	2325.643	0	-6814.32
sis3_nl	NonStatic	-788.968	0	2325.643	0	-6198.57
sis4_nl	NonStatic	-789.745	0	2325.643	0	-6198.57
sis5_nl	NonStatic	-789.097	0	2325.643	0	-6200.43
sis6_nl	NonStatic	-789.875	0	2325.643	0	-6200.43
sis7_nl	NonStatic	-740.072	0	2325.643	0	-5584.68
sis8_nl	NonStatic	-740.802	0	2325.643	0	-5584.68
sis9_nl	NonStatic	-837.992	0	2341.643	0	-6959.92
sis10_nl	NonStatic	-838.818	0	2341.643	0	-6959.92

10.1 Verifiche in termini di tensioni efficaci

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

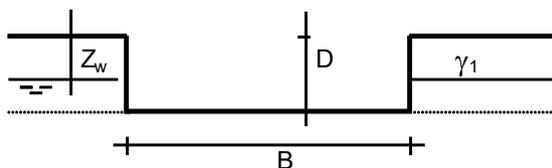
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

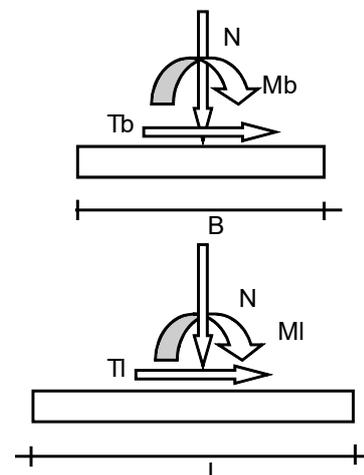
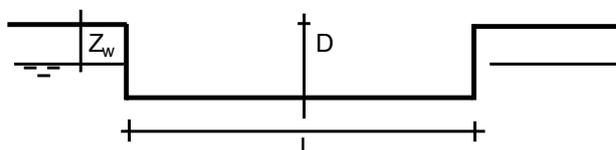
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



γ, c', φ'



SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	76 di 85

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 18.80 (m)
L = 100.00 (m)
D = 2.00 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)



$\beta_p = 0.00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	3675.00		3675.00
Mb [kNm]	5381.00		5381.00
Ml [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	434.00		434.00
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	434.00	0.00	434.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 20.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Profondità della falda

Zw = 2.00 (m)

$e_B = 1.46$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 15.87$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	77 di 85

$$q = 38.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 10.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 1.00$$

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
 VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	78 di 85

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

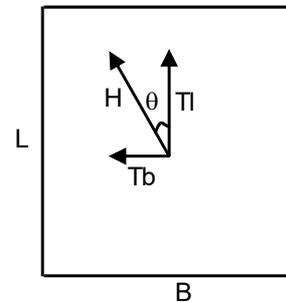
$$i_q = 0.78$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.76$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.69$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.34$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.38$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

 b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	79 di 85

$$b_{\gamma} = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_{\gamma} = g_q$$

$$g_{\gamma} = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 786.55 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 231.55 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 341.98 \geq q = 231.55 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$FS = 341.98/231.55 = 1.477 \geq 1$$

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	80 di 85

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$Hd = 434.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$Sd = N \tan(\varphi')$$

$$Sd = 1713.68 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$Sd / \gamma_R = 1557.89 \geq Hd = 434.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = 1557.89/434 = 3.60 \geq 1$$

10.2 Verifiche in termini di tensioni totali

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

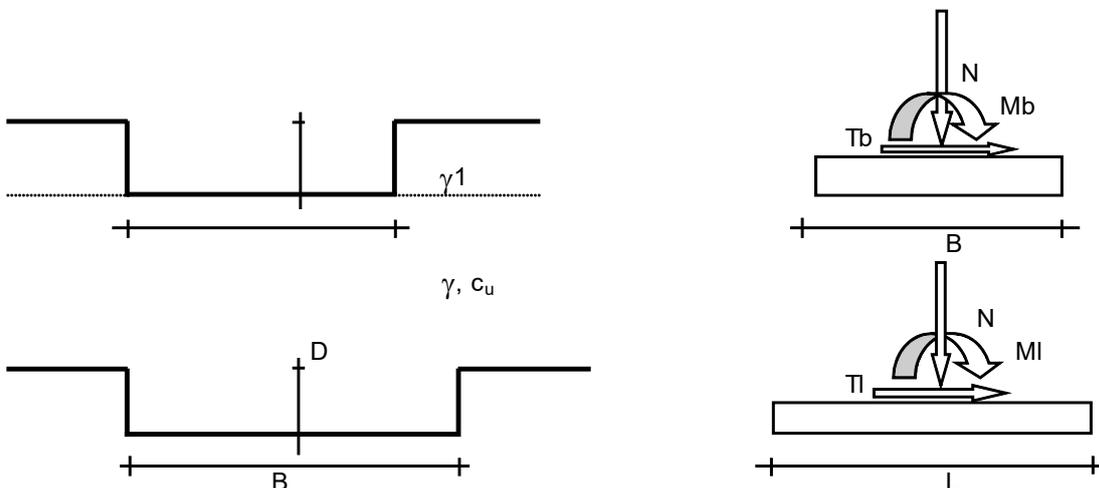
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

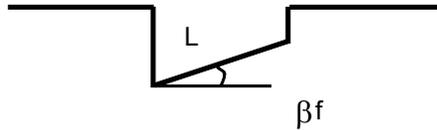
coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	c_u	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	

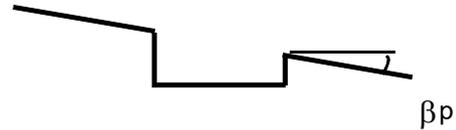


SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	82 di 85



$$\beta_f = 0.00 \quad (^\circ)$$



$$\beta_p = 0.00 \quad (^\circ)$$

(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 18.80 (m)
L = 100.00 (m)
D = 2.00 (m)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2342.00	0.00	2342.00
Mb [kNm]	6960.00	0.00	6960.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	838.00	0.00	838.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	838.00	0.00	838.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 20.00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 100.00$ (kN/mq)

$e_B = 2.97$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

Valore di progetto

$c_u = 100.00$ (kN/mq)

$B^* = 12.86$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 38.00 (kN/mq)

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	83 di 85

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.00$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastroforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

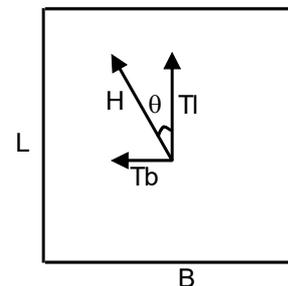
$$i_c = 0.75$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.44$$



SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	84 di 85

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 591.53 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 182.17 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 257.19 \geq q = 182.17 \quad (\text{kN/m}^2)$$

$$FS = 257.19/182.17 = 1.41 \geq 1$$

SL03 – Scatolare di approccio al viadotto
VI06:Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 26 CL	SL 03 00 001	B	85 di 85

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 838.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 1285.64 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1168.76 \geq H_d = 838.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = 1168.76/838.0 = 1.395 \geq 1$$