

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

VI06 - Viadotto su Torrente Neva da km 84+888 a 85+348

Relazione di calcolo spalla B – VI06

SCALA:

-

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

IV01 00 D 09 CL VI0604 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G.Grimaldi 	Feb. 2022	D.Guerci 	Feb. 2022	G.Fadda 	Feb. 2022	A. Vitozzi U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dot. Ing. Angelo Vitozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova N° A20783

File: IV0100D09CLVI0604002A.doc

n. Elab.: X

INDICE

1	GENERALITA'	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
3	MATERIALI	10
3.1	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA SPALLE E PILE – FONDAZIONI E ELEVAZIONI.....	10
3.2	ACCIAIO PER C.A.....	10
4	MODELLO DI CALCOLO.....	11
5	ANALISI DEI CARICHI	12
5.1	PESO PROPRIO.....	12
5.2	PESO PROPRIO DEL TERRENO	12
5.3	SPINTA DEL TERRENO	12
5.4	CARICHI PERMANENTI SULLA SPALLA	13
5.5	CARICHI VARIABILI.....	13
5.5.1	<i>Carichi da traffico ferroviario.....</i>	<i>13</i>
5.6	SPINTA DOVUTA AI CARICHI VARIABILI	15
5.7	CARICHI DERIVANTI DALL'IMPALCATO	16
5.8	AZIONI SISMICHE	16
5.8.1	<i>Inquadramento sismico</i>	<i>18</i>
5.9	SPINTA ATTIVA IN CONDIZIONI SISMICHE.....	21
6	COMBINAZIONI DI CARICO	22
7	VERIFICHE SPALLA B (FISSA)	26
7.1	FONDAZIONE	26
7.1.1	<i>Sollecitazioni massime.....</i>	<i>26</i>
7.1.2	<i>Verifiche agli Stati Limite.....</i>	<i>30</i>
7.2	MURO FRONTALE.....	41

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	3 di 78

7.2.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	41
7.2.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	45
7.3	PARAGHIAIA	53
7.3.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	53
7.3.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	57
7.4	MURI LATERALI.....	65
7.4.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	65
7.4.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	69
8	SCARICHI SULLA PALIFICATA	77
9	VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)	79

1 GENERALITA'

Oggetto della presente relazione e' il calcolo delle sollecitazioni e le conseguenti verifiche di resistenza della spalla B (spalla fissa) del viadotto VI06 sul Torrente Neva, da costruirsi per il raddoppio della linea Genova - Ventimiglia, nella tratta Finale Ligure - Andora.

Il viadotto in esame si sviluppa su 10 campate a doppio binario con luci comprese tra 43.50 e 48.0 m.

Essendo il viadotto a ridosso del torrente Neva, per il quale viene prevista un'opportuna sistemazione idraulica, e stato necessario prevedere adeguate opere provvisorie per la realizzazione delle pile P3 e P4.

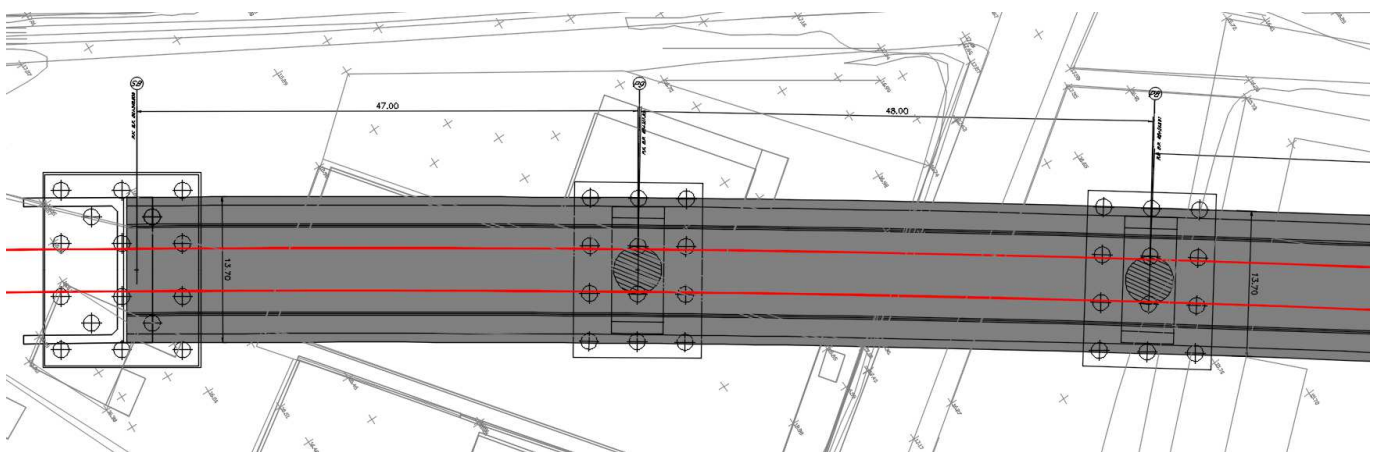


Figura 1: planimetria generale tra spalla B e Pila 8

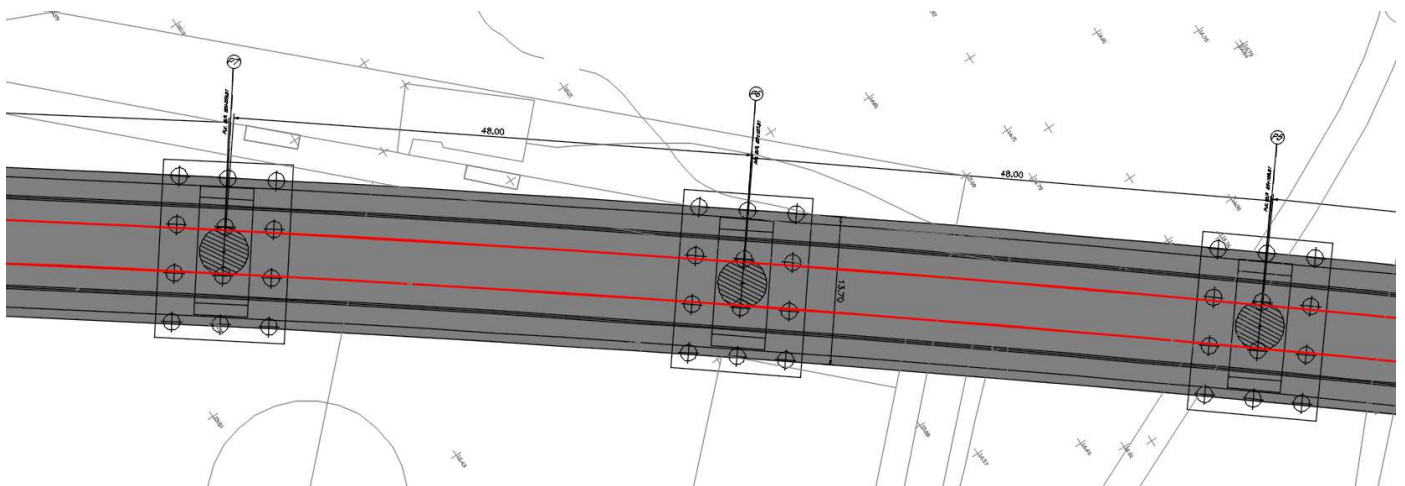


Figura 2: planimetria generale tra Pila7 e Pila 5

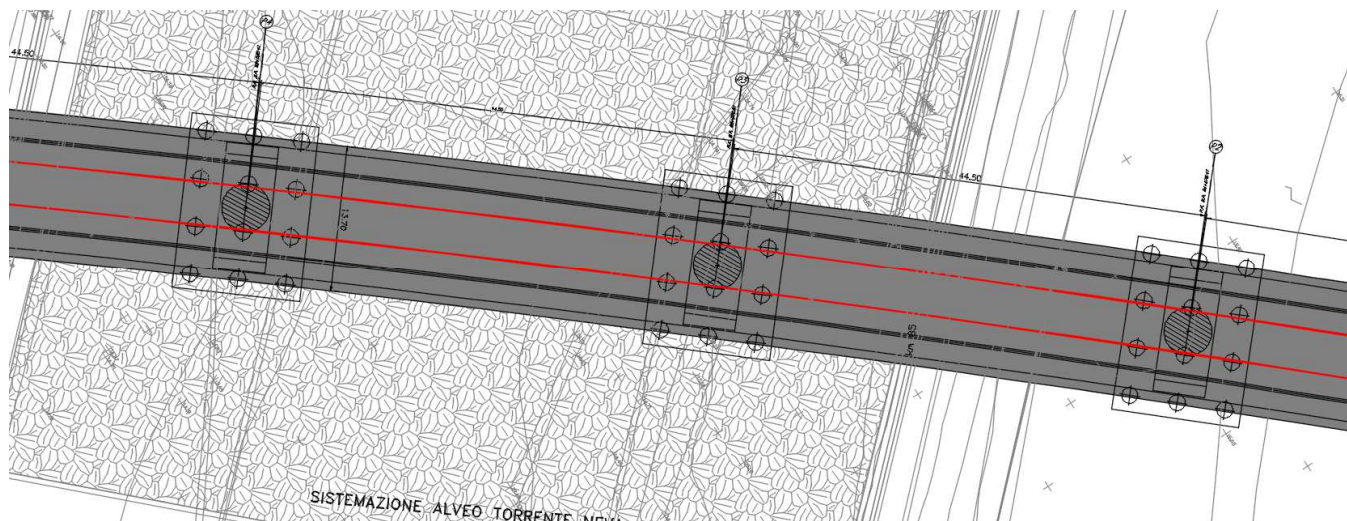


Figura 3: planimetria generale tra Pila4 e Pila 2

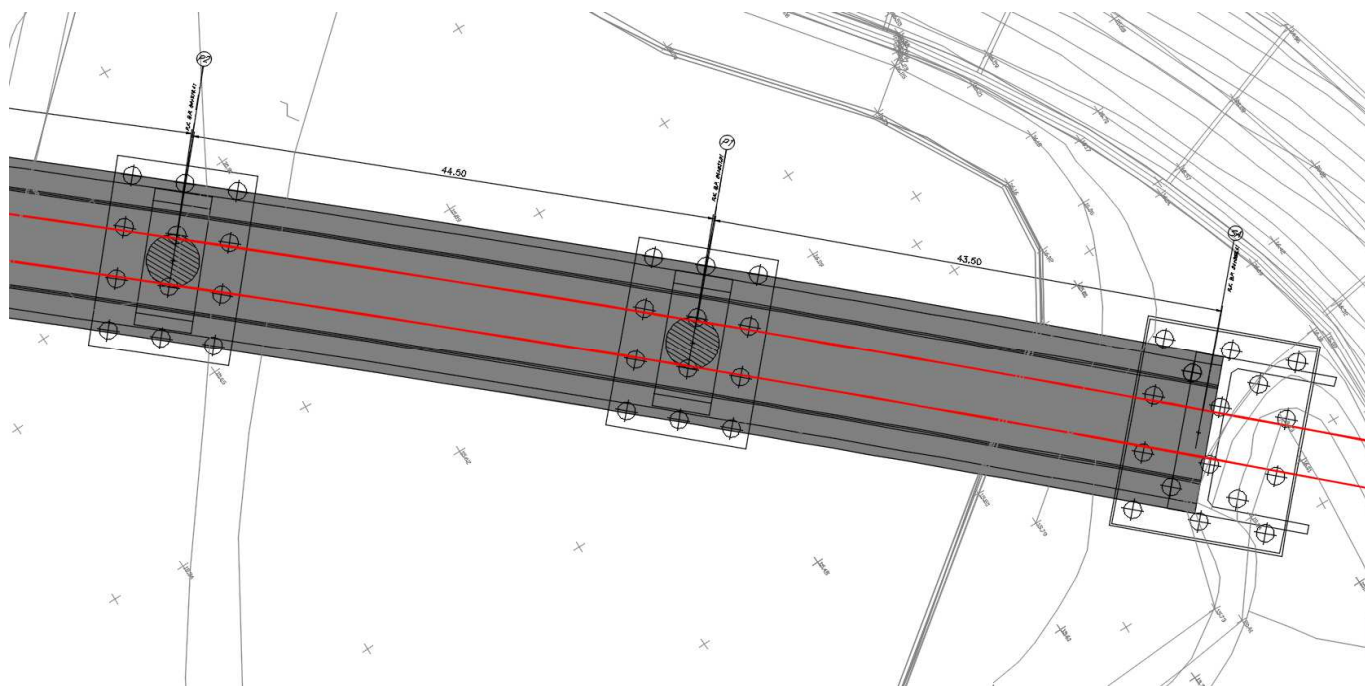


Figura 4: planimetria generale tra Pila2 e Spalla A

Le spalle su cui poggia l'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo hanno un plinto di fondazione a pianta rettangolare di dimensioni pari a 14.40 x 18.00 m e spessore 3.00m.

Per la spalla B il muro di testata spesso 3.25m è alto 6.50m. Il muro paraghia è spesso 0.60m, mentre i muri andatori hanno spessore 0.80 m. La spalla è fondata su 16 pali.

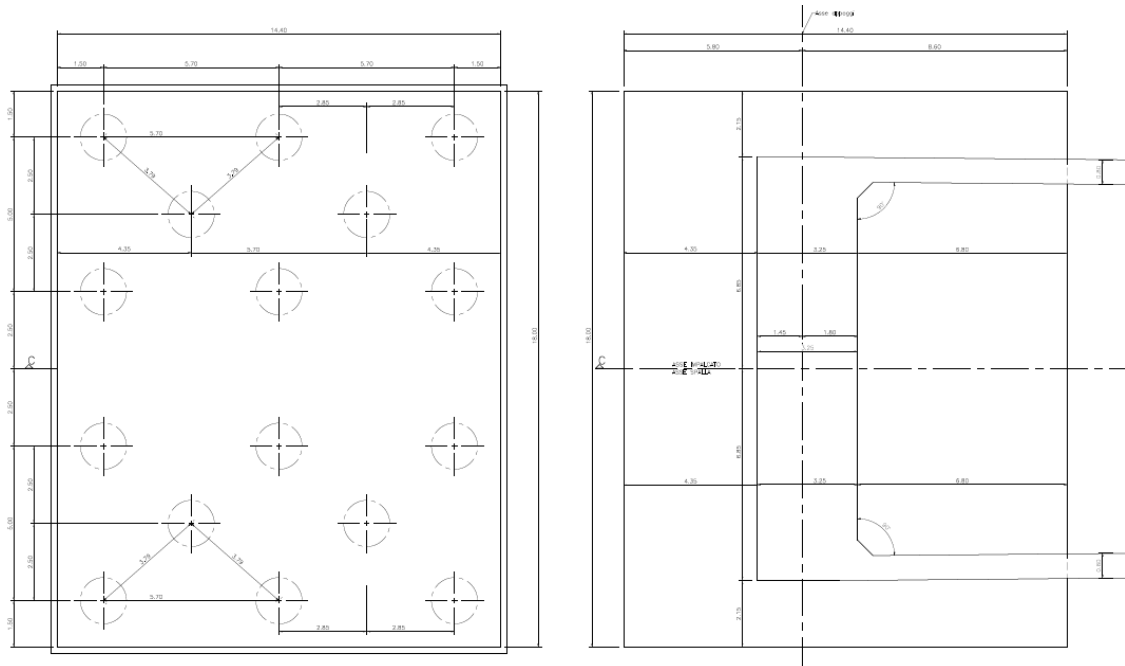


Figura 6: Spalla B – Pianta

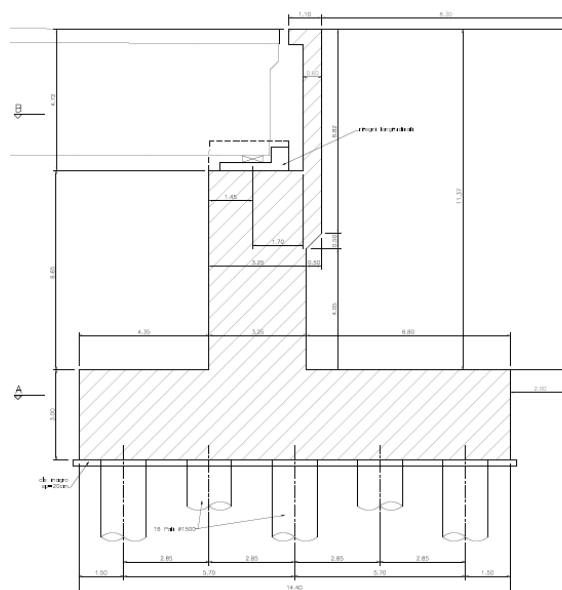


Figura 7: Spalla B Sezione

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

Relazione di calcolo spalla B - VI06

IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	7 di 78
------	----	---------	------------	---	---------

Unità di misura

- lunghezza [m]
- forze [kN]
- angoli [rad]
- tensioni [N/mm²]

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0604 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 8 di 78</p>

2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Rif. [3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif. [4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif. [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Rif. [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Rif. [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Rif. [8] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [9] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- Rif. [10] EC2-1-1-2005 Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	9 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
2.1 Elaborati di riferimento

Viadotto su Torrente Neva da Km 84+883 a Km 85+346						
Relazione descrittiva viadotto VI06						I V 0 I 0 0 D 0 9 R H V I 0 6 0 0 0 0 1 B
Relazione di calcolo spalla A	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 4 0 0 1 A
Relazione di calcolo spalla B						I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 4 0 0 2 A
Relazione di calcolo opere provvisionali	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 3 0 0 1 A
Relazione di calcolo pila campate da 48m	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 5 0 0 1 A
Relazione di calcolo pila campate da 44.50m	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 5 0 0 2 A
Relazione di calcolo impalcato in acc/cls L=48m	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 9 0 0 1 A
Relazione di calcolo impalcato in acc/cls L=44.50m	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 9 0 0 2 A
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni	-					I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 6 0 3 0 0 2 A
Planimetria generale dell'intervento 1/2	1:200					I V 0 I 0 0 D 0 9 P 9 V I 0 6 0 0 0 0 1 B
Planimetria generale dell'intervento 2/2	1:200					I V 0 I 0 0 D 0 9 P 9 V I 0 6 0 0 0 0 2 B
Prospetto e Sezione longitudinale tav. 1/4	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 A Z V I 0 6 0 0 0 0 1 B
Prospetto e Sezione longitudinale tav. 2/4	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 A Z V I 0 6 0 0 0 0 2 B
Prospetto e Sezione longitudinale tav. 3/4	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 A Z V I 0 6 0 0 0 0 3 B
Prospetto e Sezione longitudinale tav. 4/4	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 A Z V I 0 6 0 0 0 0 4 B
Planimetria scavi ed opere provvisionali tav. 1/2	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 P A V I 0 6 0 3 0 0 1 B
Planimetria scavi ed opere provvisionali tav. 2/2	1:100					I V 0 I 0 0 D 0 9 P A V I 0 6 0 3 0 0 2 B
Planimetria opere di fondazione tav. 1/4						I V 0 I 0 0 D 0 9 P A V I 0 6 0 3 0 0 3 B
Planimetria opere di fondazione tav. 2/4						I V 0 I 0 0 D 0 9 P A V I 0 6 0 3 0 0 4 B
Opere provvisionali tav. 1/2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 3 0 0 1 A
Opere provvisionali tav. 2/2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 3 0 0 2 A
Carpenteria pila tipo 1	1:50					I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 5 0 0 1 A
Carpenteria pila tipo 2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 5 0 0 2 A
Carpenteria spalla A tav.1/2	1:50					I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 4 0 0 1 A
Carpenteria spalla A tav.2/2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 4 0 0 2 A
Carpenteria spalla B tav.1/2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 4 0 0 3 A
Carpenteria spalla B tav.2/2						I V 0 I 0 0 D 0 9 B B V I 0 6 0 4 0 0 4 A
Carpenteria impalcato in acc/cls L=48m	1:50					I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 9 0 0 1 B
Carpenteria impalcato in acc/cls L=44.50m	1:50					I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 9 0 0 2 B
Fasi realizzative e opere provvisionali 1/2	varie					I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 0 0 0 2 A
Fasi realizzative e opere provvisionali 2/2	varie					I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 0 0 0 3 A
Particolari, dettagli e finiture e appoggi	varie					I V 0 I 0 0 D 0 9 B Z V I 0 6 0 0 0 0 1 B
Schema di vincolo appoggi e giunti						I V 0 I 0 0 D 0 9 D Z V I 0 6 0 7 0 0 1 A
Schema di montaggio e varo						I V 0 I 0 0 D 0 9 D Z V I 0 6 0 0 0 0 1 A

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	10 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1 Calcestruzzo per getti in opera spalle e pile – fondazioni e elevazioni

Classe	C32/40		
Rck =	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
fck =	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
fcm =	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
acc=	0.85		coef. rid. Per carichi di lunga durata
gM=	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd =	18.13	MPa	resistenza di progetto
fctm =	3.02	MPa	resistenza media a trazione semplice
fcfm =	3.63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
fctk =	2.12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
Ecm =	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
v =	0.2		Coefficiente di Poisson
Gc =	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto

3.2 Acciaio per c.a.

B450C			
$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15		
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35		
$g_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\varepsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima

4 MODELLO DI CALCOLO

Lo studio del comportamento strutturale delle spalle viene effettuato tramite un modello tridimensionale realizzato con l'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti *Midas Gen*.

Gli elementi costituenti la spalla vengono schematizzati mediante elementi bidimensionali di tipo "Plate".

Si riporta di seguito una immagine illustrativa della modellazione tridimensionale realizzata.

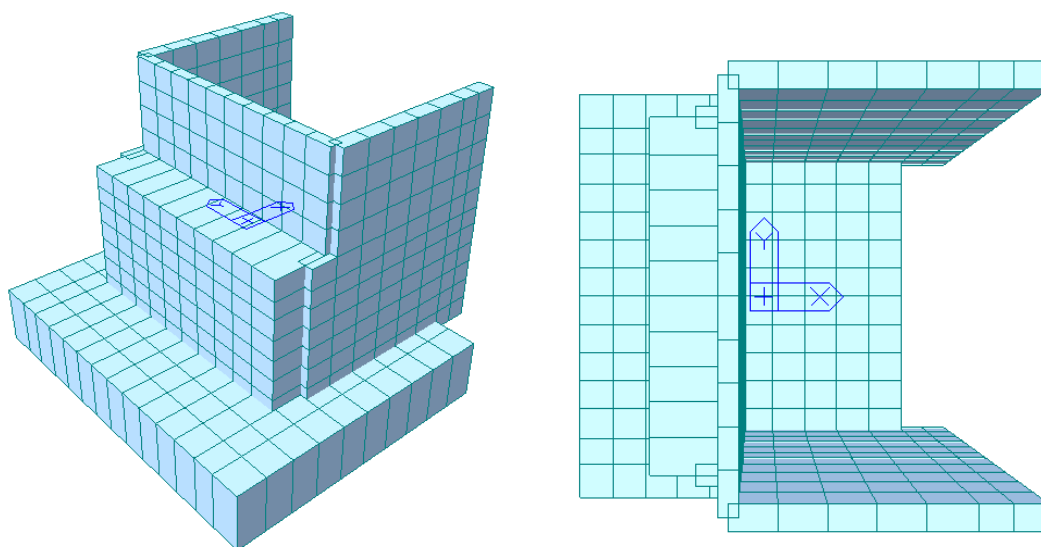


Figura 2 –Viste 3d del modello di calcolo spalla B (fissa)

I nodi superiori degli elementi plate dell'estremità superiore del muro frontale sono collegati ai nodi inferiori del paraghiaia attraverso braccetti rigidi che ne vincola rigidamente gli spostamenti.

Gli appoggi del ponte sono schematizzati tramite elementi rigidi alle cui estremità sono applicati i carichi derivanti dall'analisi dell'impalcato che vengono scaricati sulla spalla, oggetto di dimensionamento e verifica.

I pali di fondazione sono stati schematizzati come vincoli fissi (cerniere).

Per l'estrazione degli scarichi da applicare sulla palificata, è stato realizzato un secondo modello con l'applicazione di un vincolo rigido a tutti i nodi della fondazione (zattera infinitamente rigida) e un unico vincolo incastro al baricentro della palificata.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0604 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 12 di 78</p>

5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi agenti sull'impalcato, utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni agenti negli elementi strutturali dell'impalcato.

5.1 Peso proprio

Il peso proprio delle strutture viene considerato automaticamente dal software di calcolo utilizzato. Il carico delle strutture in c.a. e c.a.p. viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc.

5.2 Peso proprio del terreno

Il peso proprio del terreno da rilevato è valutato in ragione di 20.0 kN/m³ e grava sulla fondazione della spalla.

I carichi applicati alla fondazione delle due spalle sono dunque pari a:

Spalla A

Parte interna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 12.75 \text{ m} = 255.0 \text{ kN/m}^2$

Parte esterna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 3.10 \text{ m} = 62 \text{ kN/m}^2$

Spalla B

Parte interna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 11.46 \text{ m} = 229.2 \text{ kN/m}^2$

Parte esterna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 1.20 \text{ m} = 24 \text{ kN/m}^2$

5.3 Spinta del terreno

La spinta dovuta al peso proprio del terreno sugli elementi verticali della spalla è calcolato secondo la seguente formula:

$$S_{\text{terr}} = k_0 \cdot \gamma_d \cdot H \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\phi_d)$$

dove:

$$\gamma_d = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{peso di progetto terreno per unità di volume}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	13 di 78

$\phi_d = 38^\circ$ angolo di attrito interno di progetto del terreno

$K_0 = 0.384$ coefficiente di spinta a riposo

H altezza di spinta

Spalla B: S_{terr} massima (H = 14.37 m) = 110.36 kN/m²

5.4 Carichi permanenti sulla spalla

Si considera la presenza del ballast al di sopra del rilevato, pari a
0.80 m x 18 kN/m³ = 14.4 kN/m².

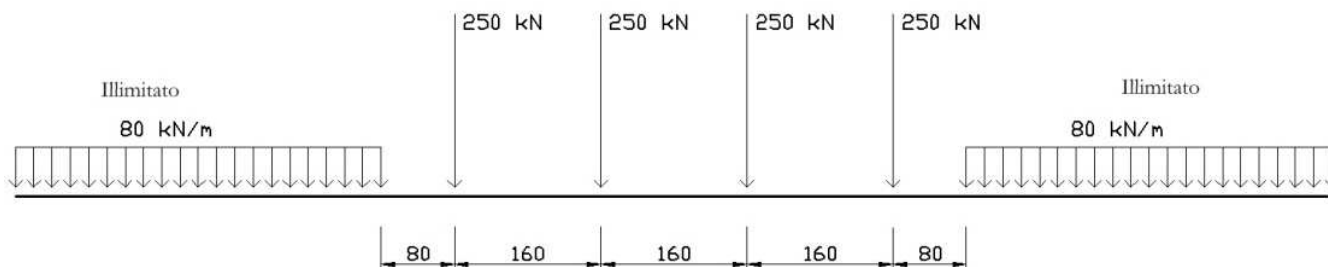
5.5 Carichi variabili

5.5.1 Carichi da traffico ferroviario

Per quanto riguarda le azioni prodotte dai sovraccarichi verticali da traffico, vista la geometria dell'opera e la presenza del singolo binario, sono state esaminate, separatamente, le condizioni di carico corrispondenti al passaggio di ciascuno dei treni di carico previsti dalla normativa; di seguito si riportano una descrizione dei treni ed i risultati ottenuti.

5.5.1.1 Treno di carico LM71

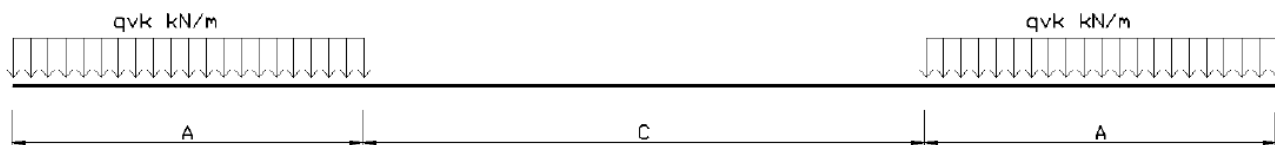
Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.


Figura 3 – Treno di carico LM71

Per questo modello di carico è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$, con $s=1435$ mm. Quindi, l'eccentricità considerata nel modo più sfavorevole per le strutture è pari a: $e = \sim 80$ mm

5.5.1.2 Treno di carico SW

Il Treno di carico SW/2 è schematizzato nella figura seguente.


Figura 4 – Treno di carico SW
Tabella 1 - caratterizzazione treni di carico SW

Tipo di carico	Qvk [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Nel presente documento, si è considerato solo il modello di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente " α " che deve assumersi come da tabella seguente:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0604 002	REV. A

Tabella 2 - coefficienti α per modelli di carico

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

5.5.1.3 Valori risultanti

Ai fini delle verifiche locali, la condizione di carico più sfavorevole è data dalla presenza del locomotore LM71.

La diffusione longitudinale e trasversale dei carichi è stata effettuata, a partire dall'intradosso della traversa, nell'ipotesi di ripartizione nel ballast e nella soletta rispettivamente nei rapporti 4:1 e 1:1.

Si considera quindi il carico risultante di 250 kN, applicato su un'impronta di 1.60 m x 2.80 m.

Ai fini delle verifiche globali, per tener conto del traffico ferroviario, si applica un sovraccarico uniformemente distribuito di 40 kN/m², su tutta la larghezza della spalla.

5.6 Spinta dovuta ai carichi variabili

La spinta dovuta al carico accidentale è calcolata secondo la seguente formula:

$$S_{acc} = k_0 \cdot q_{acc} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\phi_d)$$

dove:

$$q_0 = 40 \text{ kN/m}^2 \quad \text{carico accidentale dovuto al traffico ferroviario}$$

$$\phi_d = 38^\circ \quad \text{angolo di attrito interno di progetto del terreno}$$

$$K_0 = 0.384 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$S_{acc} = 15.37 \text{ kN/m}^2$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0604 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 16 di 78</p>

Ai fini delle verifiche locali del paraghiaia, si considera la spinta dovuta al carico variabile dallo schema di carico LM71 sull'impronta di 1.60 m x 2.80 m.

$$\text{Pressione verticale} \quad q_v = 250 / (1.60 \times 2.80) = 55.80 \text{ kN/m}^2$$

$$K_0 = 0.384 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$q_h = 0.384 \times 55.80 = 21.43 \text{ kN/m}^2$$

5.7 Carichi derivanti dall'impalcato

Le azioni derivanti dall'impalcato per i vari casi di carico sono state assegnate alle spalle in corrispondenza dei dispositivi di appoggio. Per il dettaglio degli scarichi, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato.

5.8 Azioni sismiche

In accordo al § 7.9 delle NTC2018 e al MdP 2021, per determinare le sollecitazioni sismiche di progetto sulle sottostrutture del cavalcavia viene eseguita un'analisi sismica "lineare statica".

Si adotta un comportamento strutturale dissipativo con classe di duttilità "Bassa".

Per calcolare le sollecitazioni di progetto nelle tre direzioni (longitudinale, trasversale e verticale), si considerano i seguenti contributi:

Spalla fissa

Direzione X (longitudinale, coincidente con l'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per l'accelerazione $S_e(T_B)$, ordinata massima dello spettro allo SLV (plateau) con

$$q = 1.5 \text{ (elevazione)}$$

$$q = 1.5/1.1 = 1.36 \text{ (fondazioni: pali e plinto);}$$

- Spinta attiva in condizioni sismiche, calcolata con il metodo Mononobe-Okabe.

Direzione Y (trasversale, ortogonale all'asse dell'impalcato)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0604 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 17 di 78</p>

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_h = \beta_s \times a_{max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{max} = a_g \times S_s \times S_T$$

Direzione Z (verticale)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

Spalla mobile

Direzione X (longitudinale, coincidente con l'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_h = \beta_s \times a_{max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{max} = a_g \times S_s \times S_T$$

- Spinta attiva in condizioni sismiche, calcolata con il metodo Mononobe-Okabe.

Direzione Y (trasversale, ortogonale all'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_h = \beta_s \times a_{max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{max} = a_g \times S_s \times S_T$$

Direzione Z (verticale)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0604 002	REV. A

5.8.1 Inquadramento sismico

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione del viadotto e sono pari a:

Longitudine: 8.173959

Latitudine: 44.06403

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

Vita nominale $V_N = 75$ anni

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Categoria di suolo: B

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura componente orizzontale $q = 1.5$ per la struttura della spalla

Fattore di struttura componente orizzontale $q = 1.5 / 1.1 = 1.36$ per le fondazioni

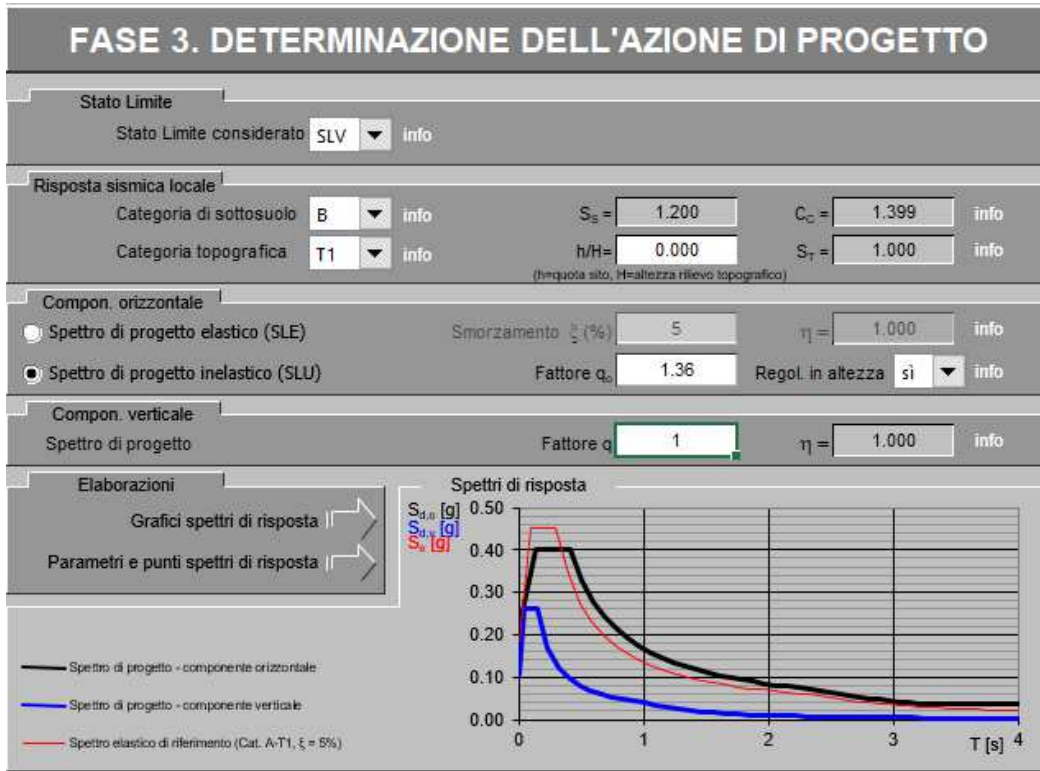
Fattore di struttura componente verticale $q = 1$

Le masse considerate sono quelle dovute a tutti i carichi permanenti e al 20% dei carichi da traffico.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta sono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.042	2.573	0.225
SLD	113	0.058	2.560	0.244
SLV	1068	0.184	2.461	0.300
SLC	2193	0.245	2.485	0.316



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

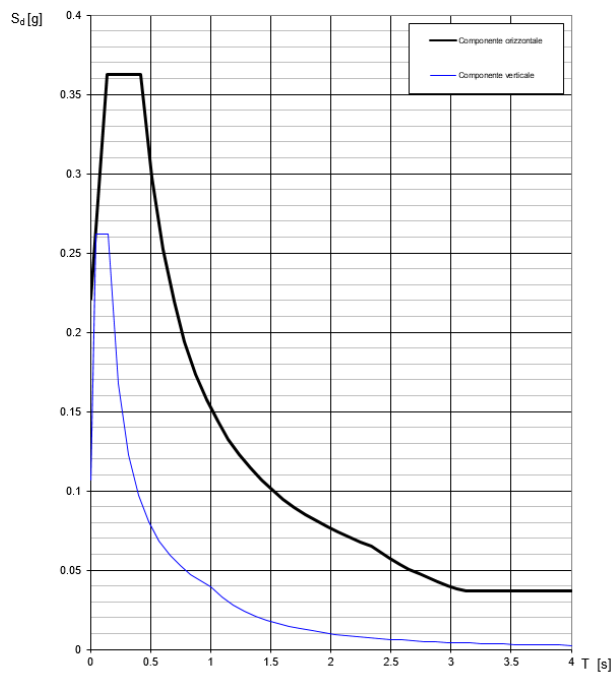


Figura 5: Spettro di risposta orizzontale e verticale allo SLV ($q=1.5$)

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

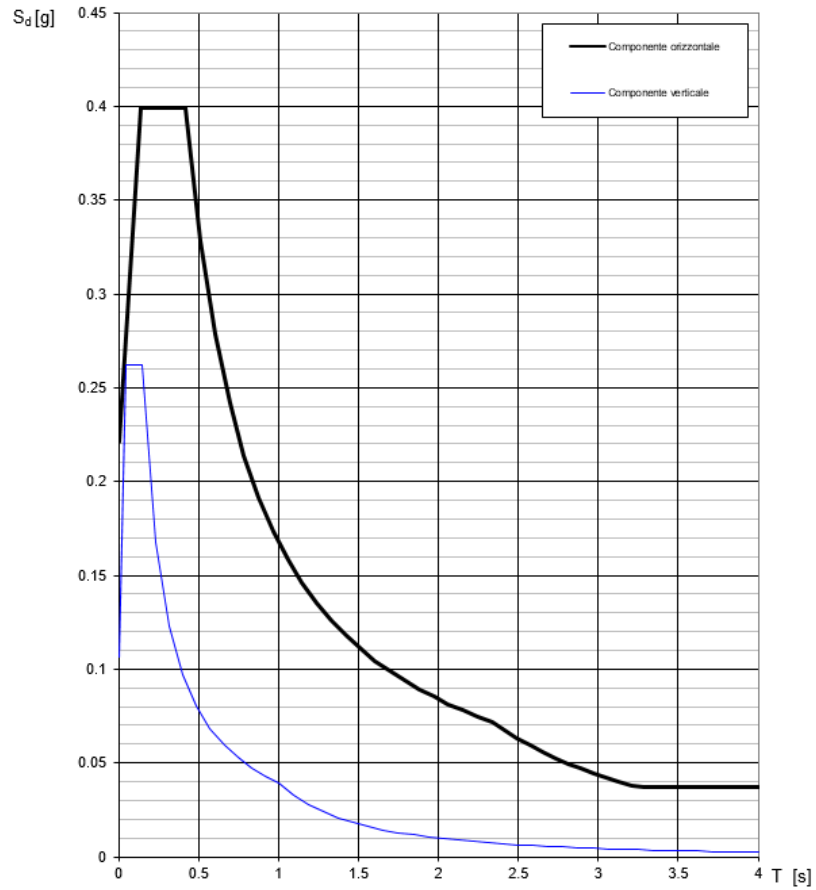


Figura 6: Spettro di risposta orizzontale e verticale allo SLV ($q=1.36$)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI0604 002</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>21 di 78</p>

Per le verifiche della struttura si opererà sommando gli effetti delle tre componenti E_x , E_y e E_z ponendo alternativamente una al 100% e le due restanti al 30%, secondo le seguenti espressioni:

Caso 1 (Sisma X al 100%): $E = \pm 1.00 \cdot E_x \pm 0.30 \cdot E_y \pm 0.30 \cdot E_z$

Caso 2 (Sisma Y al 100%): $E = \pm 0.30 \cdot E_x \pm 1.00 \cdot E_y \pm 0.30 \cdot E_z$

Caso 3 (Sisma Z al 100%): $E = \pm 0.30 \cdot E_x \pm 0.30 \cdot E_y \pm 1.00 \cdot E_z$

5.9 Spinta attiva in condizioni sismiche

Per la spinta sismica in condizioni sismiche è stata utilizzata la formulazione di Mononobe-Okabe.

Per il caso in esame si ha:

$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc}$ $\varphi' = 38^\circ$ $k_h = 0.221$

per cui si ottiene $k_a = 0.361$

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

IV01 00 D 09 CL VI0604 002 A 22 di 78

6 COMBINAZIONI DI CARICO

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

Tab. 5.2.IV - *Valutazione dei carichi da traffico*

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

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: (0,6) per impalcati con 2 binari caricati e (0,4) per impalcati con tre o più binari caricati.

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	23 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

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

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

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 3 - Valutazione dei carichi da traffico (da “Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei font ferroviari”)

Le azioni di cui ai paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto relative agli elementi strutturali di volta in volta considerati in base a quanto prescritto dal D.M. 17 Gennaio 2018 ai paragrafi § 2.5.3 e §5.2.3.

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	24 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

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

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nella tabella seguente si riportano i valori di combinazioni adottati per analisi e verifiche. I valori riportati in tabella considerano già i coefficienti di combinazione previsti dalla normativa.

Tipo Combinazione	Azione dominante	G1	G2	gr_traffico	Sp_var	Fw_Vento	Tk_ΔT	Peso_terr	Sp_terr
SLU 01	gr1	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 02	gr2	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 03	gr3	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 04	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 05	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 06	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0	1.35	1.35
SLU 07	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 08	Tk	1.35	1.5	1.16	1.16	0.9	1.5	1.35	1.35

RARA (Caratteristica) 01	gr1	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA 02(Caratteristica)	gr2	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA 03(Caratteristica)	gr3	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 04	gr4	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 05	Fw	1	1	0	0	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 06	Fw	1	1	1	1	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 07	Fw	1	1	0.8	0.8	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 08	Tk	1	1	0.8	0.8	1	0.6	1	1

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

Relazione di calcolo spalla B - VI06

IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	25 di 78
------	----	---------	------------	---	----------

RARA (Caratteristica)	09	gr1	1	1	0.8	0.8	0.6	1	1	1
--------------------------	----	-----	---	---	-----	-----	-----	---	---	---

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	26 di 78

7 VERIFICHE SPALLA B (FISSA)

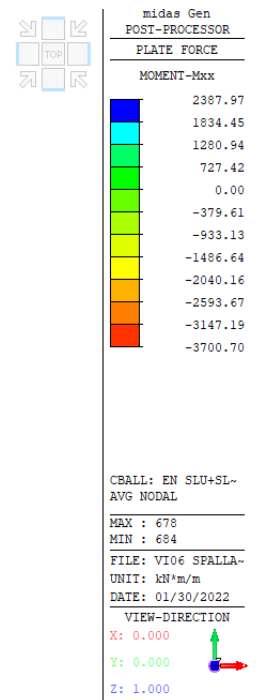
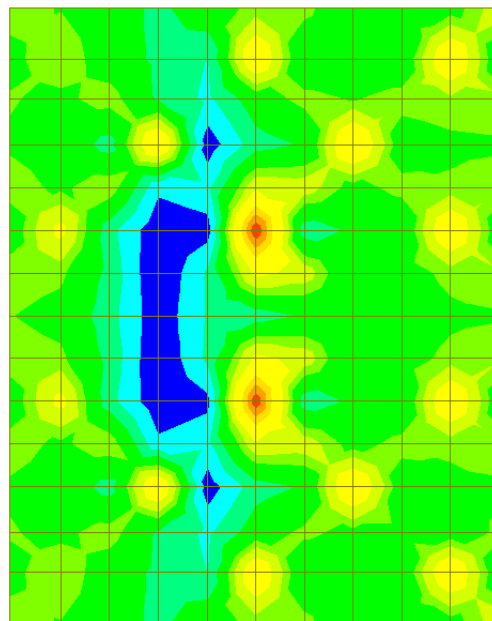
7.1 Fondazione

7.1.1 Sollecitazioni massime

Si riportano le sollecitazioni massime e minime nella fondazione della spalla, nelle varie combinazioni di carico agli Stati Limite. Per brevità di notazione si riportano i diagrammi delle sole azioni massime e minime nella condizione di involucro delle combinazioni agli stati limite ultimi (SLU + SLV)

La direzione X coincide con la direzione longitudinale (asse impalcato) e la direzione Y con quella trasversale.

Il momento positivo tende le fibre inferiori della fondazione.

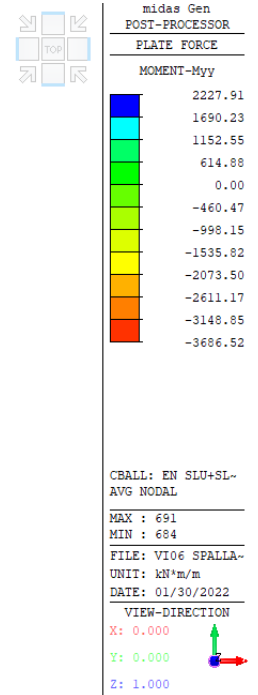
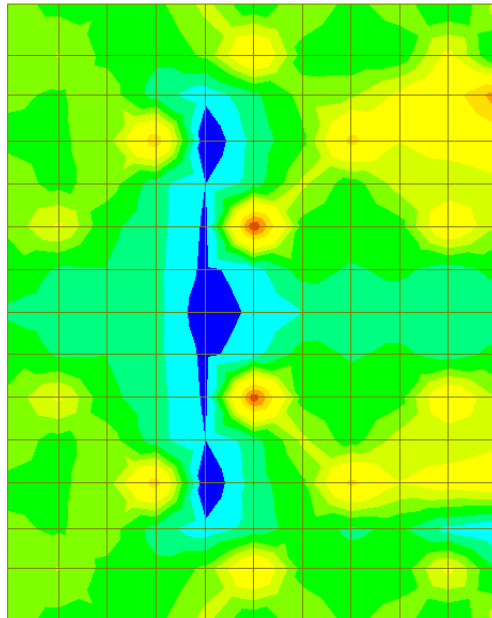


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

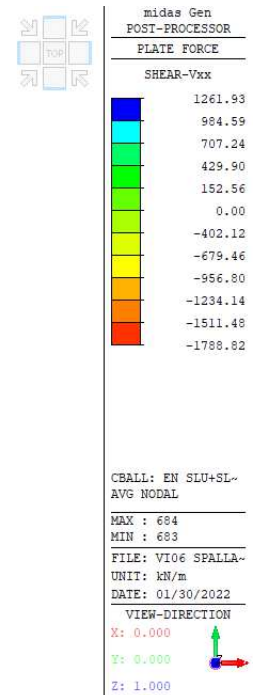
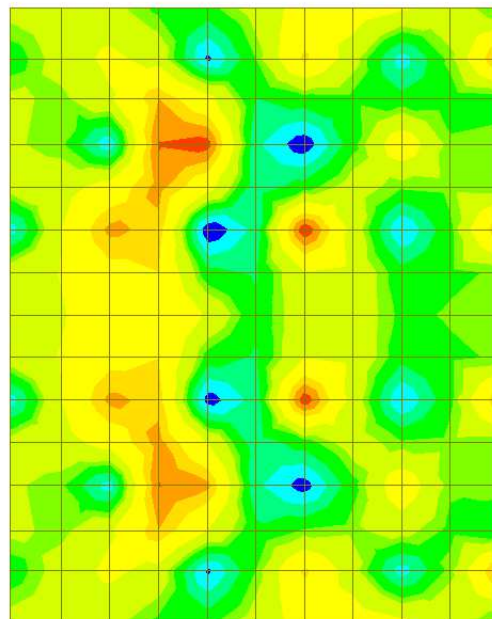
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	27 di 78



Inviluppo momento flettente in direzione Y - SLU + SLV

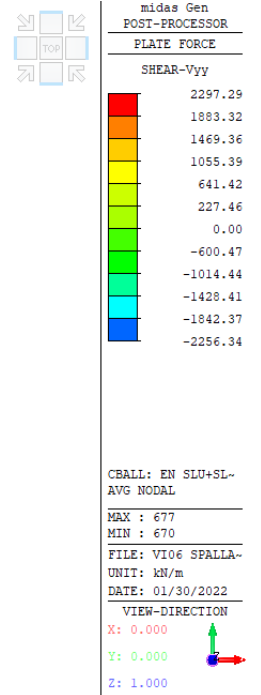
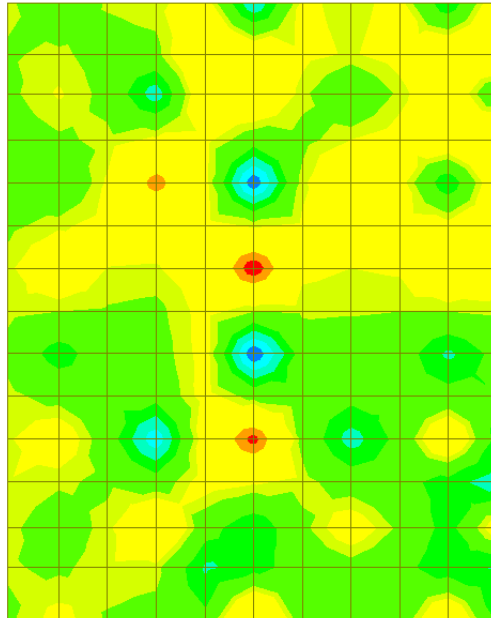


Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU + SLV

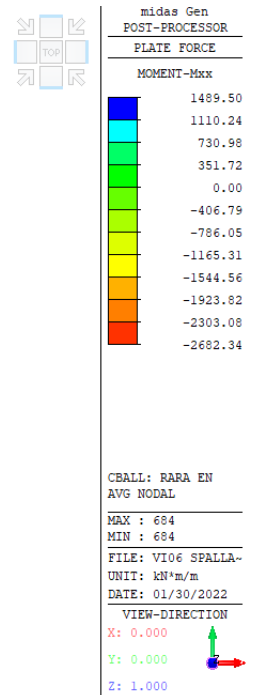
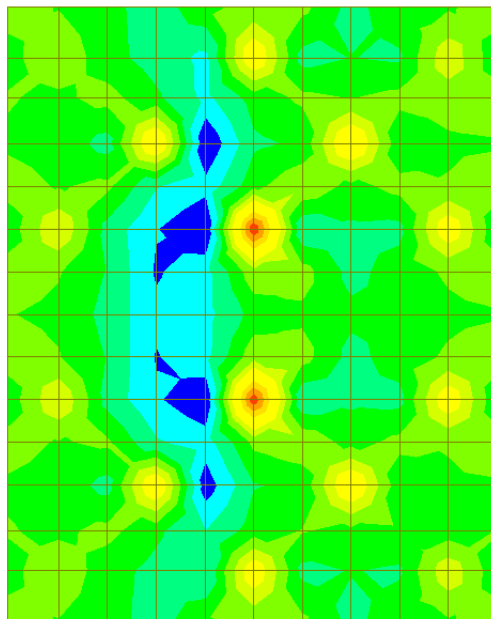
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	28 di 78



Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV

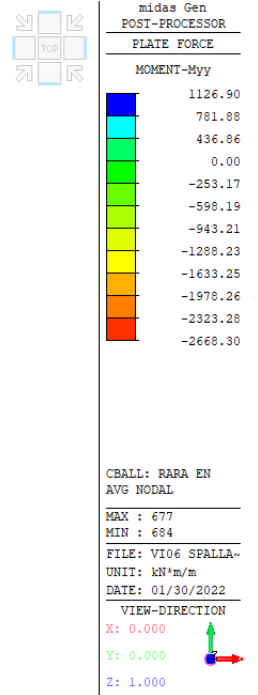


Inviluppo momento flettente in direzione X - SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	29 di 78



Involuppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	30 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
7.1.2 Verifiche agli Stati Limite

La fondazione è armata con maglie di $\phi 18/10 \times 10$ disposte al lembo superiore ed inferiore. Il copriferro netto è pari a 40 mm. Lo strato di armatura esterno viene posato in direzione Y e quello interno in direzione X.

A taglio si utilizzano spilli $\phi 12/30 \times 30$.

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali agli stati limite ultimi e di esercizio.

Le verifiche si effettuano con le sollecitazioni mediate per una lunghezza confrontabile all'altezza utile della piastra.

DEFINIZIONE DEI MATERIALI
Calcestruzzo - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	40	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	33.2	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5	[-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85	[-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	41.2	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.1	[MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0.05}$	2.2	[MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0.95}$	4.0	[MPa]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	33643	[MPa]
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020	[-]
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035	[-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	18.81	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.45	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]

Acciaio - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005

Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15	[-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	200000	[MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.001957	[-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01	[-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	31 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche in direzione X
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	79	[mm]
Altezza utile della sezione	d	2921	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	2829.92	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	2040.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	32 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Verifica a taglio

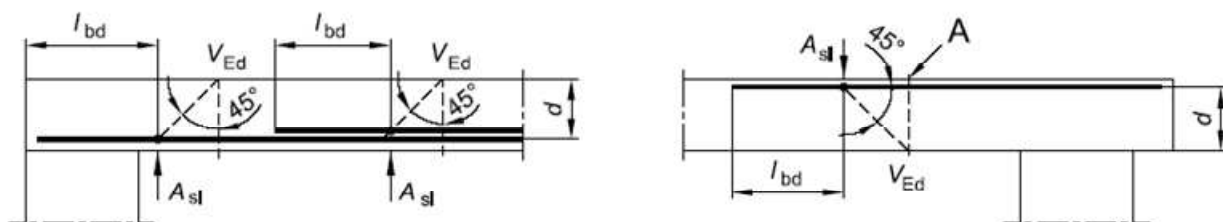
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1374	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.26	[-]
		1.26	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0008712	[-]
		0.0008712	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	630.09	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	834.81	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **834.81** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	2628.9	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **3167.56** [kN]

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **8589.17** [kN]

Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm²]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **3167.56** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE

Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **13738.44** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	33 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)

Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1544.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	79 [mm]
Altezza utile della sezione	d	2921 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.67823E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.35 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	217.29 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1004.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	79 [-]
Altezza utile della sezione	d'	2921 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.67823E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.53 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	141.29 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	34 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	1210 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	408.27 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	170.28 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	197.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	197500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01288 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000334 [-]
		0.000511 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	380.29 [mm]
		380.29 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1943 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	35 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	61	[mm]
Altezza utile della sezione	d	2939	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	2865.76	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	2102.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	36 di 78

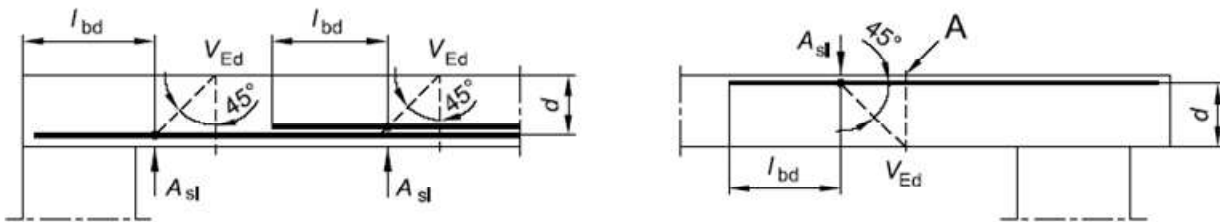
Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1765	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.26	[-]
		1.26	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0008658	[-]
		0.0008658	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	632.28	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	839.15	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **839.15** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	2645.1	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **3187.08** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **8642.10** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **3187.08** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **13823.10** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	37 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche delle tensioni
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1544.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	61 [mm]
Altezza utile della sezione	d	2939 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.71753E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.32 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	215.68 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1306.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	61 [-]
Altezza utile della sezione	d'	2939 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.71753E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.96 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	182.43 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	38 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	1402 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	408.27 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	195.84 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	152.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	152500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01669 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000571 [-]
		0.000588 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	326.18 [mm]
		326.18 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1916 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	39 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Verifica a punzonamento

Caratteristiche del cls della piastra

Resistenza caratteristica a compressione cubica del cls	R_{ck}	=	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica del cls	f_{ck}	=	33.20	N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione di calcolo del cls	f_{cd}	=	18.81	N/mm ²
Spessore della piastra	t_p	=	3000	mm
Copriferro nominale	c_s	=	40	mm

Caratteristiche dell'acciaio d'armatura

Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	=	391.30	N/mm ²
Diametro dei tondini tesi in direzione y	ϕ_{sly}	=	18	mm
Passo dei tondini tesi in direzione y	p_y	=	100	mm
Diametro dei tondini tesi di raffittimento in direzione y	$\phi_{sly,add}$	=	0	mm
Passo dei tondini tesi di raffittimento in direzione y	$p_{y,add}$	=	0	mm
Diametro dei tondini tesi in direzione z	ϕ_{slz}	=	18	mm
Passo dei tondini tesi in direzione z	p_z	=	100	mm
Diametro dei tondini tesi di raffittimento in direzione z	$\phi_{slz,add}$	=	0	mm
Passo dei tondini tesi di raffittimento in direzione z	$p_{z,add}$	=	0	mm
Altezza utile della sezione in direzione y	d_y	=	2933	mm
Altezza utile della sezione in direzione z	d_z	=	2951	mm
Altezza utile di calcolo della sezione	d_{eff}	=	2942	mm

Calcolo del perimetro critico

Tipologia del pilastro

Dimensione del pilastro in direzione y	c_y	=	1200	mm
Dimensione del pilastro in direzione z	c_z	=		mm
Perimetro critico attorno al pilastro	u_0	=	3770	mm
Perimetro critico massimo	u_1	=	40740	mm

Sollecitazioni di progetto

Pilastro superiore: azione assiale	$N_{Ed,sup}$	=	15200	kN
Pilastro superiore: momento flettente in direzione y	$M_{Ed,y,sup}$	=	0	kNm
Pilastro superiore: momento flettente in direzione z	$M_{Ed,z,sup}$	=	0	kNm
Pilastro inferiore: azione assiale	$N_{Ed,inf}$	=		kN
Pilastro inferiore: momento flettente in direzione y	$M_{Ed,y,inf}$	=		kNm
Pilastro inferiore: momento flettente in direzione z	$M_{Ed,z,inf}$	=		kNm

Azioni di punzonamento

Azione di progetto di punzonamento	V_{Ed}	=	15200	kN
Momento flettente di progetto in direzione y	$M_{Ed,y}$	=	0	kNm
Momento flettente di progetto in direzione z	$M_{Ed,z}$	=	0	kNm

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	40 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Eccentricità dell'azione di punzonamento in direzione y	e_y	=	0	mm
Eccentricità dell'azione di punzonamento in direzione z	e_z	=	0	mm
Dimensione del perimetro di verifica in direzione y	b_y	=	20370	mm
Dimensione del perimetro di verifica in direzione z	b_z	=	20370	mm
Coefficiente amplificativo	β	=	1.00	
Tensione massima di punzonamento su perimetro critico minimo	$v_{Ed,0}$	=	1.37	N/mm ²
Tensione massima di punzonamento su perimetro critico massimo	$v_{Ed,1}$	=	0.13	N/mm ²
Resistenze a punzonamento				
Coefficiente di riduzione della resistenza del cls fessurato per taglio	v	=	0.52	
Resistenza a punzonamento massima	$v_{Rd,max}$	=	4.89	N/mm ²
Verifica a punzonamento sullo spessore della piastra	ρ_{max}	=	0.28	
Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione	k	=	1.26	
Rapporto geometrico dell'armatura tesa	ρ_{ly}	=	0.001	
Rapporto geometrico dell'armatura tesa	ρ_{lz}	=	0.001	
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale tesa	ρ_l	=	0.001	
Tensione massima di punzonamento del cls	$v_{Rd,c}$	=	0.22	N/mm ²
Verifica a punzonamento senza armatura a punzonamento	ρ_c	=	0.59	

PROGETTO DEFINITIVO

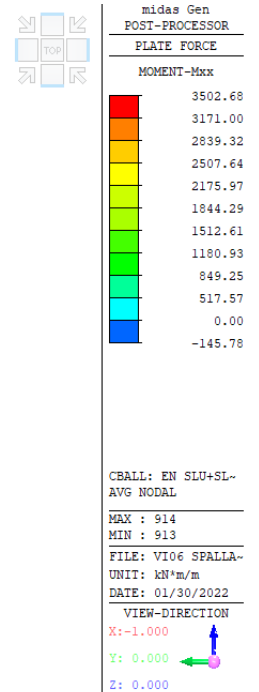
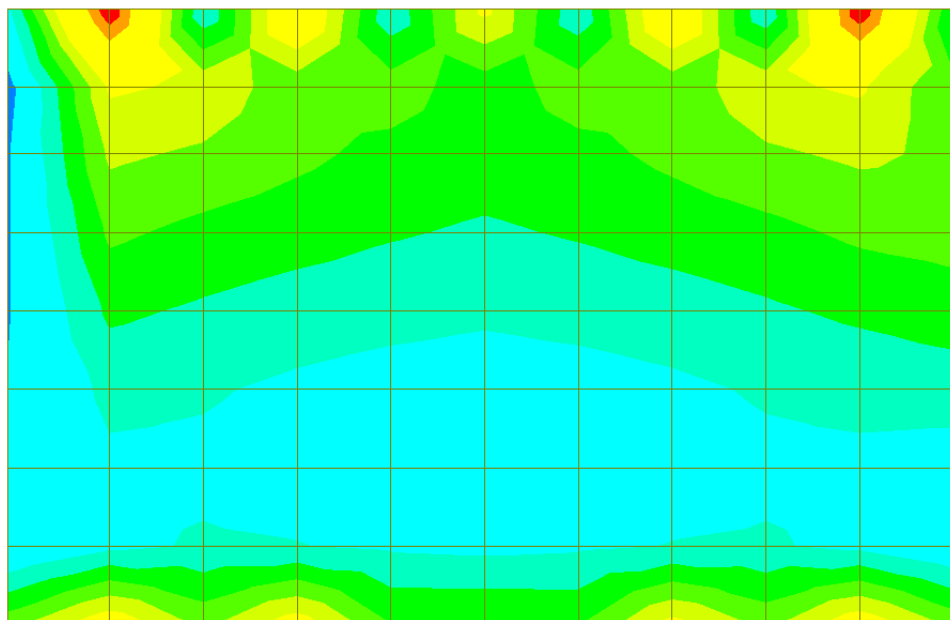
Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	41 di 78

7.2 MURO FRONTALE

7.2.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.

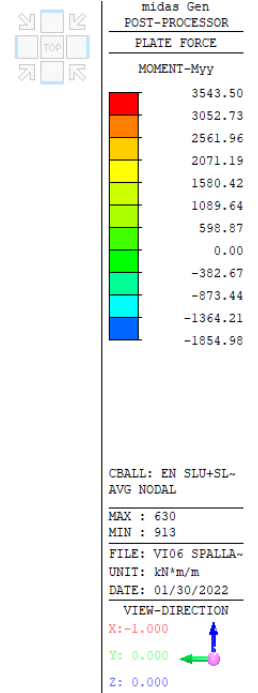
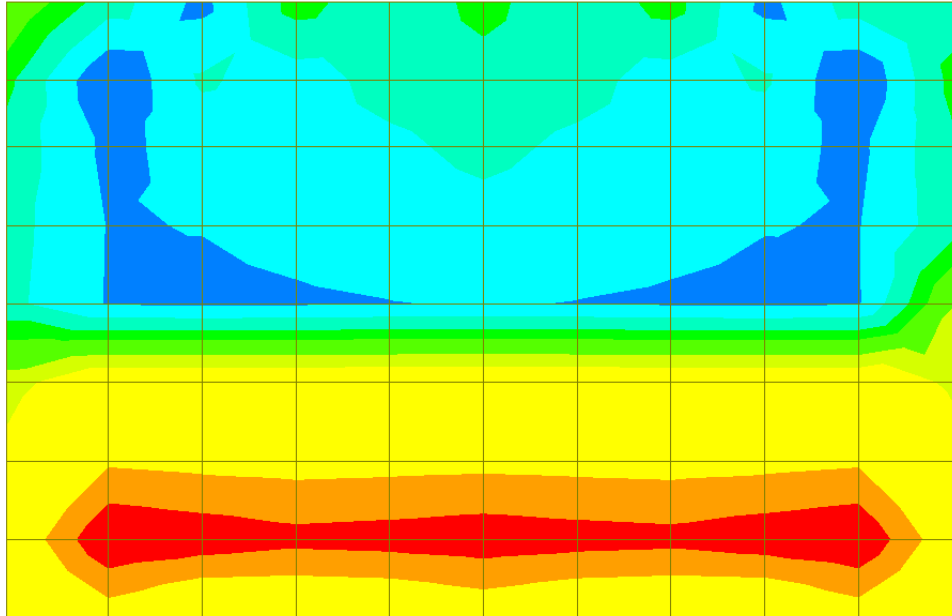


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

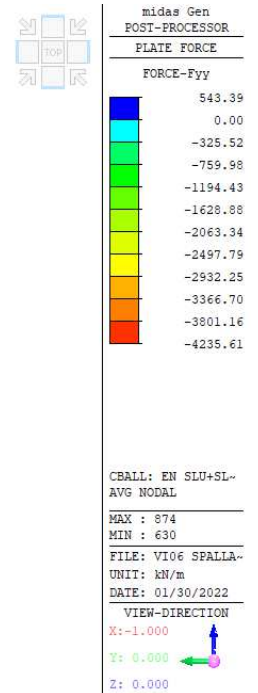
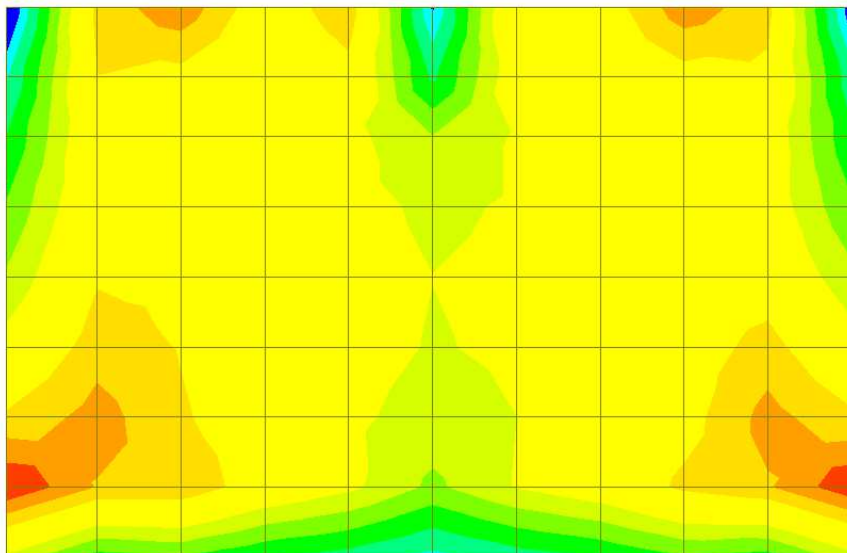
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	42 di 78



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLU + SLV

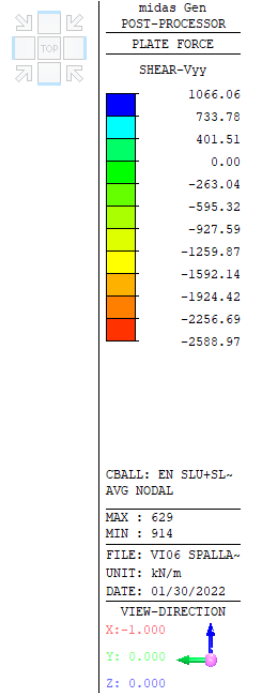
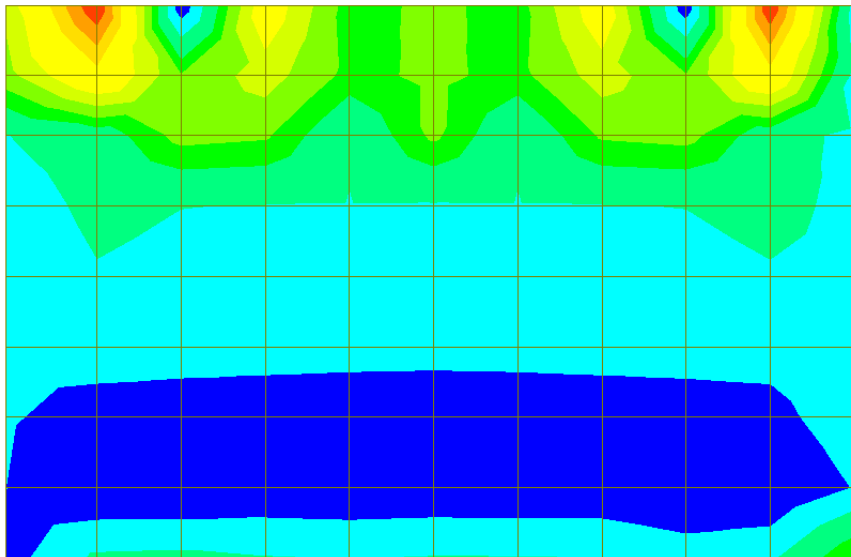


Inviluppo azione assiale verticale - SLU + SLV

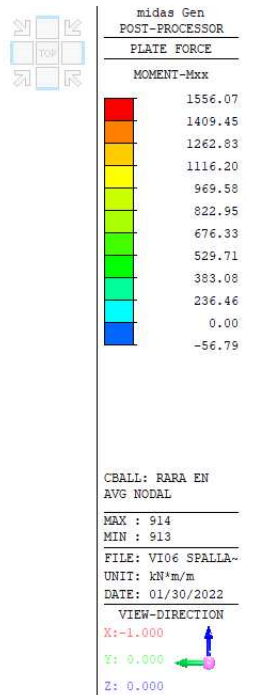
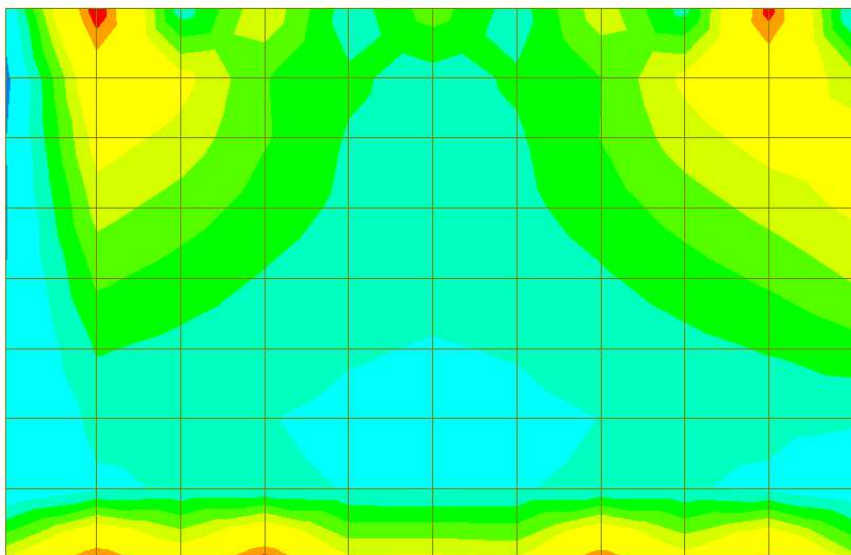
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	43 di 78



Involuppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV

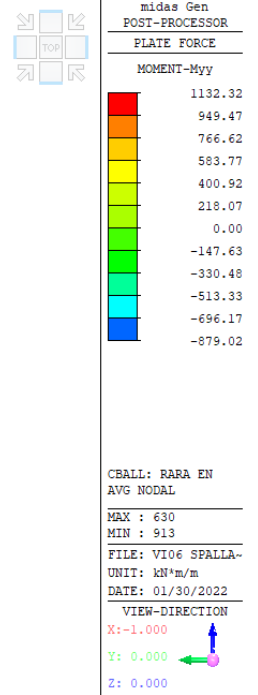
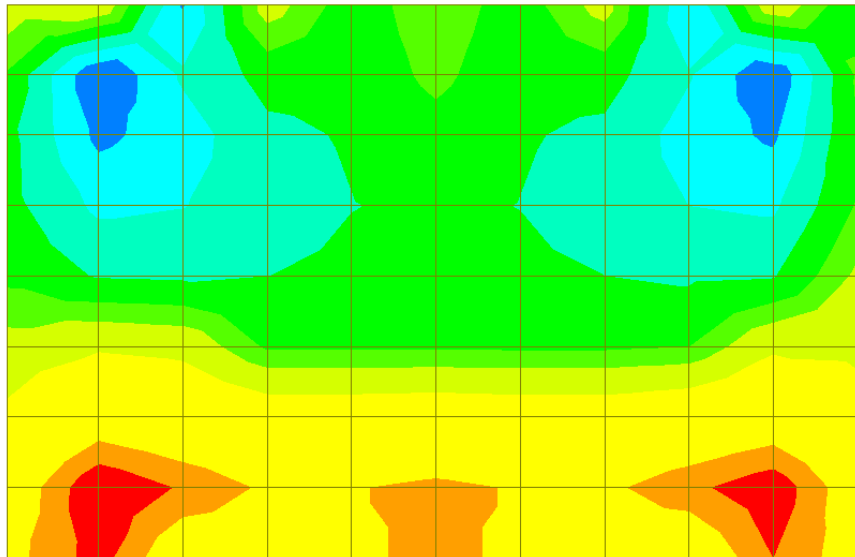


Involuppo momento flettente in direzione X - SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	44 di 78



Involuppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0604 002	REV. A

7.2.2 Verifiche agli Stati Limite

Il muro frontale è armato con armatura corrente ϕ 20/10 verticali e con ϕ 18/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari a 50 mm.

A taglio si utilizzano spilli ϕ 12 /30 x 30.

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali agli stati limite ultimi e di esercizio.

Verifiche in direzione X

Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3250	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	71	[mm]
Altezza utile della sezione	d	3179	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	3094.79	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	2454.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	46 di 78

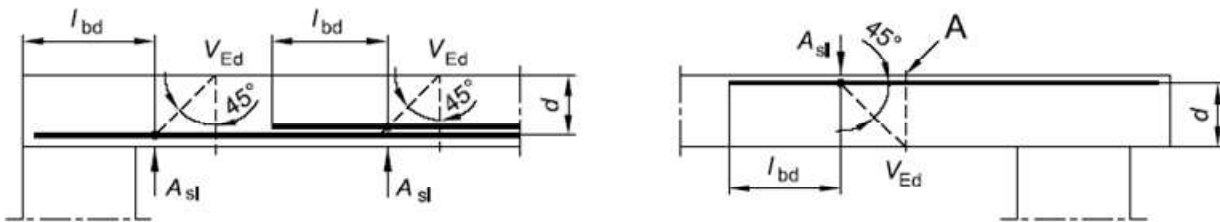
Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1650	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.25	[-]
		1.25	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0008005	[-]
		0.0008005	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	660.94	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	896.85	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **896.85** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	2861.1	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **3447.33** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **9347.81** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **3447.33** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **14951.90** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	47 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1490.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3250 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	71 [mm]
Altezza utile della sezione	d	3179 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	427.58 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3.19872E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.99 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	192.25 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1120.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3250 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	71 [-]
Altezza utile della sezione	d'	3179 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	427.58 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3.19872E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.50 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	144.51 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	48 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	1395 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	427.58 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	179.99 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	177.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	177500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01434 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000431 [-]
		0.000540 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	356.24 [mm]
		356.24 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1924 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	49 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3250	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	90	[mm]
Altezza utile della sezione	d	3160	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	20	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	3142	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	20	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	3142	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	3774.01	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	3008.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	50 di 78

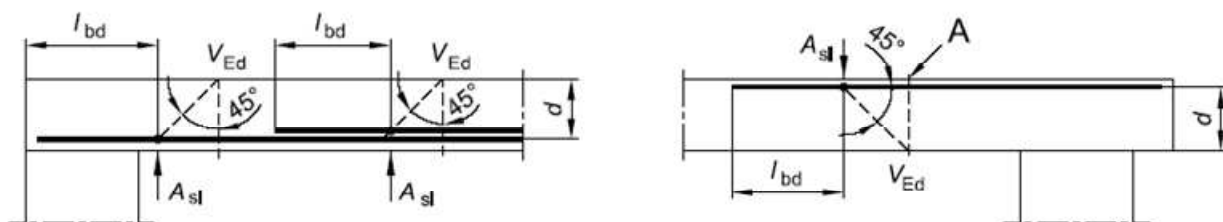
Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1924	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.25	[-]
		1.25	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0009942	[-]
		0.0009942	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	706.63	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	892.30	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **892.30** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	2844	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **3426.73** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **9291.94** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **3426.73** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **14862.53** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	51 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1132.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3250 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	90 [mm]
Altezza utile della sezione	d	3160 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	3142 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3142 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	467.17 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3.82401E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.38 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	119.57 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	835.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3250 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	90 [-]
Altezza utile della sezione	d'	3160 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	3142 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3142 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	467.17 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3.82401E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.02 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	88.20 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	52 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	960 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	467.17 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	101.40 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	225 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	225000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01396 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000026 [-]
		0.000304 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	386.31 [mm]
		386.31 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1175 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

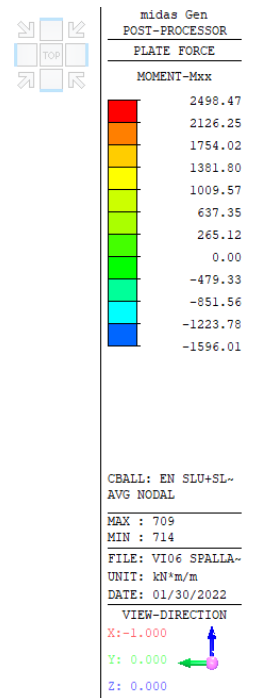
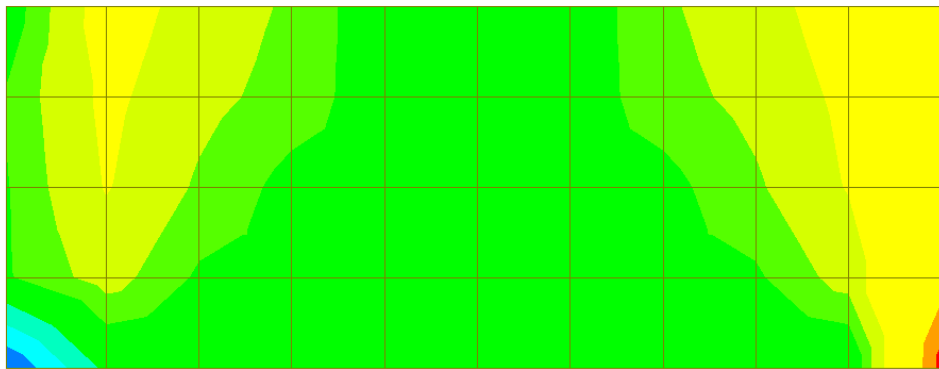
Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	53 di 78

7.3 PARAGHIAIA

7.3.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.

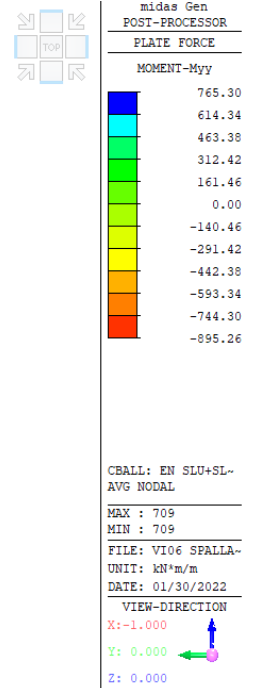
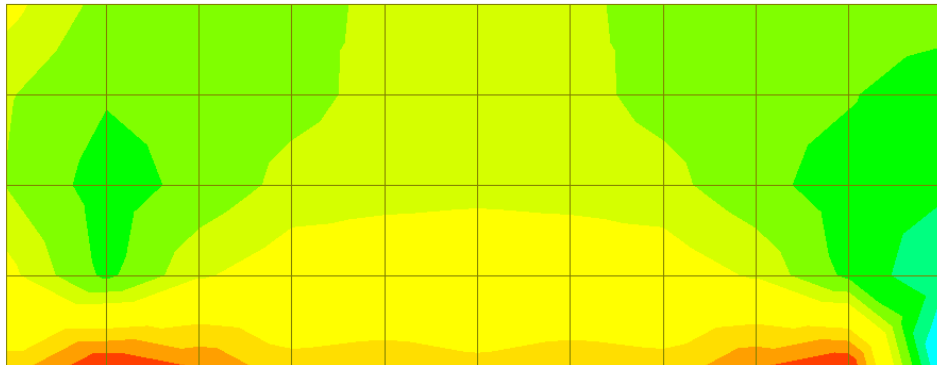


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

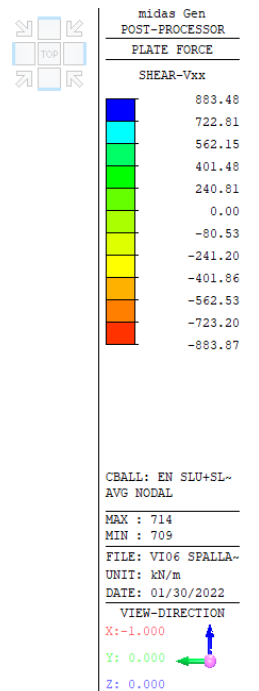
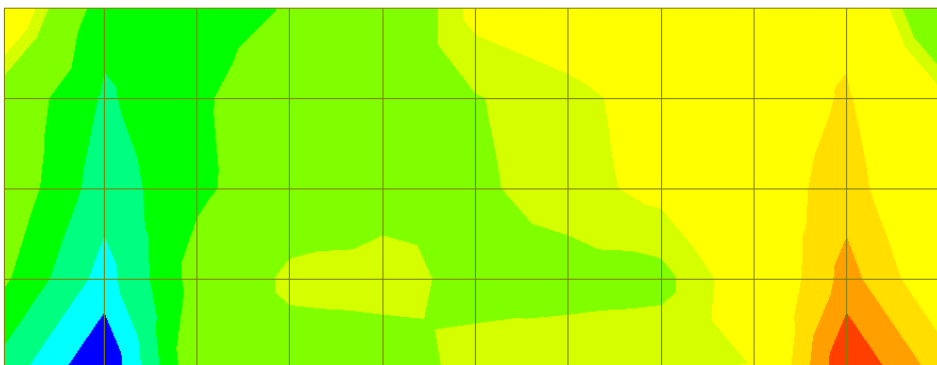
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	54 di 78



Inviluppo momento flettente in direzione Y - SLU + SLV

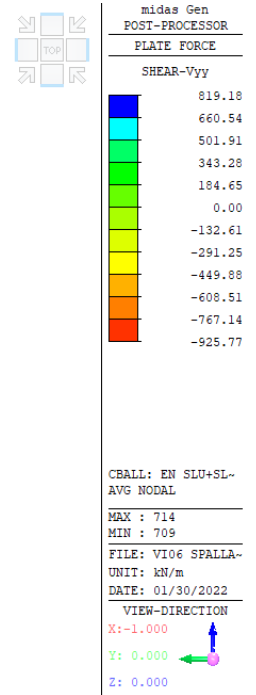
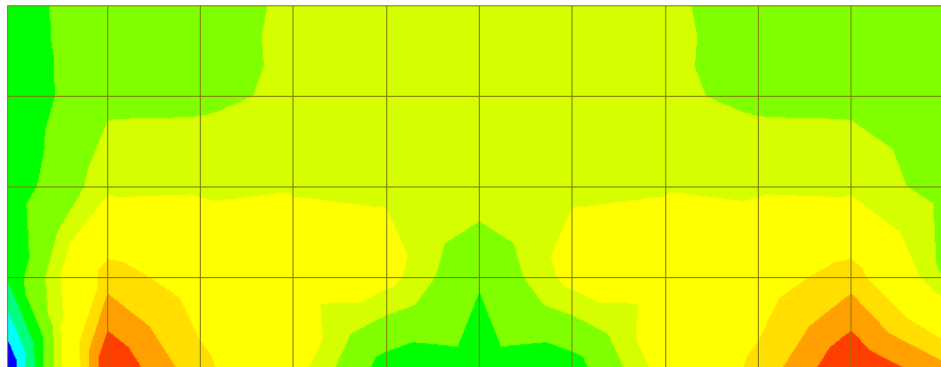


Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU + SLV

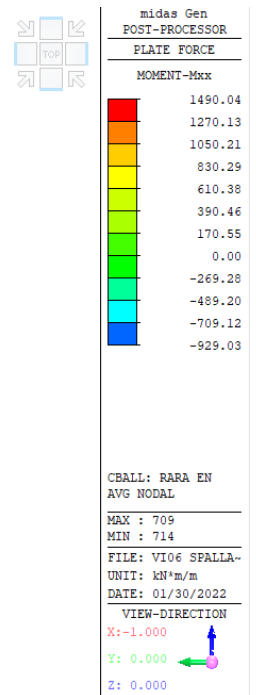
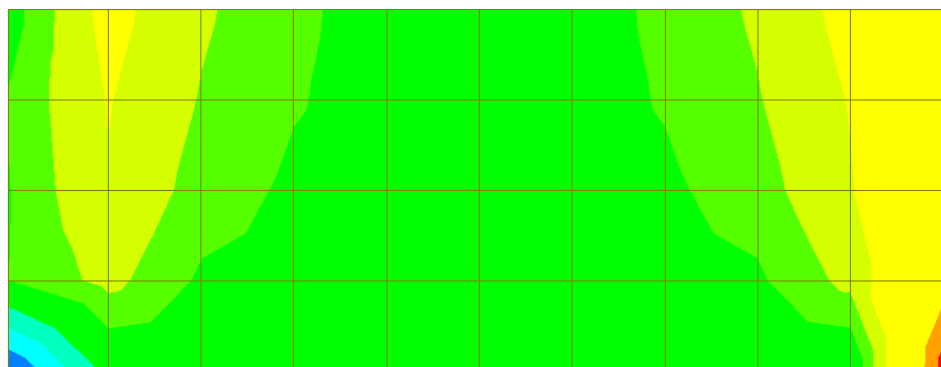
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	55 di 78



Involuppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV

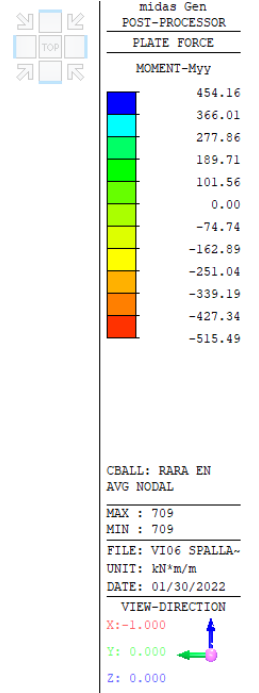
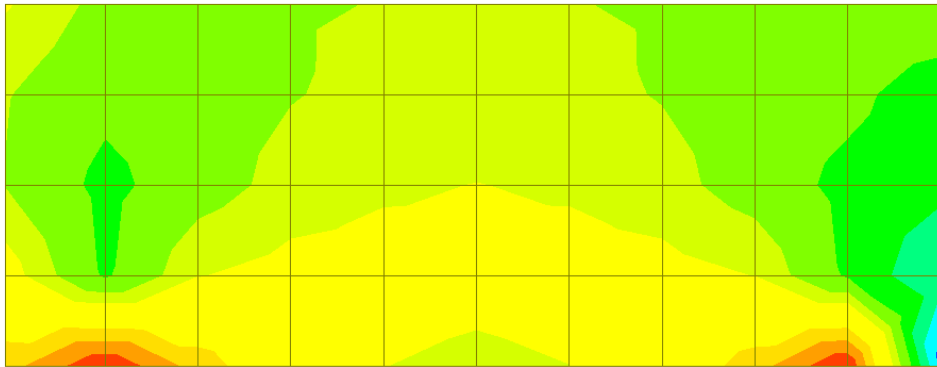


Involuppo momento flettente in direzione X - SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	56 di 78



Involuppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0604 002	REV. A

7.3.2 Verifiche agli Stati Limite

Il parapagliaia è armato con barre ϕ 22/10 verticali e con ϕ 22/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari 50 mm.

I risultati delle verifiche sono i seguenti.

Verifiche in direzione X

Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	73	[mm]
Altezza utile della sezione	d	527	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	22	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	18	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	5	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	5074	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	22	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	18	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	5	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	5074	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	901.35	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	735.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	58 di 78

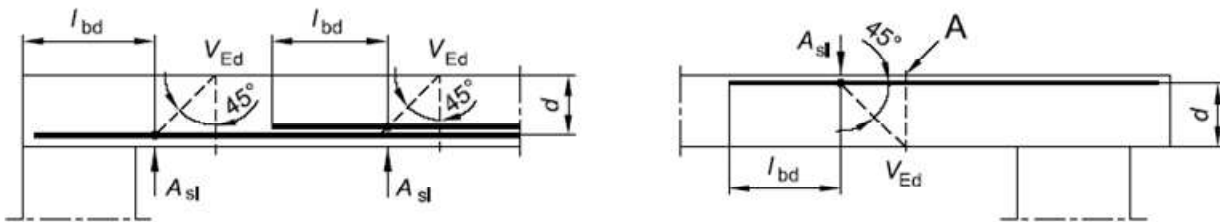
Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	451	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.62	[-]
		1.62	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0096275	[-]
		0.0096275	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	324.34	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	218.34	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	324.34	[kN]
----------------------------------------------------------	----------------------------	---------------	-------------

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	474.3	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	571.48	[kN]
---------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	---------------	-------------

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	9.41	[MPa]
------------------------------------------------------------	-----------	------	-------

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	1549.64	[kN]
--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	----------------	-------------

Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$	$A_{sw,max}$	4327.07	[mm ²]
-----------------------------------------------------------------	--------------	---------	--------------------

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	571.48	[kN]
-----------------------------------------------------------------	----------------------------	---------------	-------------

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE

Resistenza massima a taglio della trave	V_{Rd}	2478.66	[kN]
------------------------------------------------	----------------------------	----------------	-------------

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	59 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	474.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	73	[mm]
Altezza utile della sezione	d	527	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	5074	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	5074	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	186.16	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	11966305311	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	7.37	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	202.52	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	302.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	73	[-]
Altezza utile della sezione	d'	527	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	5074	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	5074	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	186.16	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	11966305311	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	4.70	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	129.03	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	60 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb.rara con Gr. 4)
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	442 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	186.16 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	188.84 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	137.94683 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	137946.83 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.03678 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000739 [-]
		0.000739 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20.84 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	239.12 [mm]
		239.12 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1767 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	61 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione
SEZIONE TRASVERSALE

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	95	[mm]
Altezza utile della sezione	d	505	[mm]

ARMATURA TESA

Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	22	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	3801	[mm ²]

ARMATURA COMPRESSA

Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	22	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	3801	[mm ²]

Momento resistente della sezione	M_{Rd}	609.87	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	524.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	62 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Verifica a taglio

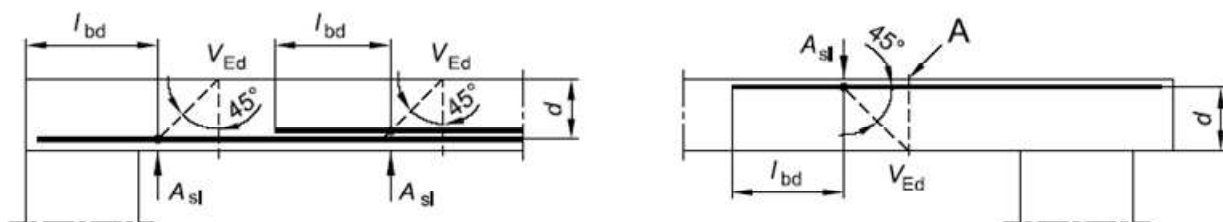
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	494	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.63	[-]
		1.63	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0075274	[-]
		0.0075274	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	288.67	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	211.81	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **288.67** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	454.5	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **547.63** [kN]

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **1484.95** [kN]

Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm²]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **547.63** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE

Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **2375.18** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	63 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	297.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	95	[mm]
Altezza utile della sezione	d	505	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	3801	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3801	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	171.32	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	8356968616	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	6.09	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	177.88	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	219.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	95	[-]
Altezza utile della sezione	d'	505	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	3801	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3801	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	171.32	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	8356968616	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	4.49	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	131.17	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	64 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	277 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	171.32 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	165.90 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	142.894065 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	142894.065 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02660 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000560 [-]
		0.000560 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	22.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	283.39 [mm]
		283.39 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1586 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

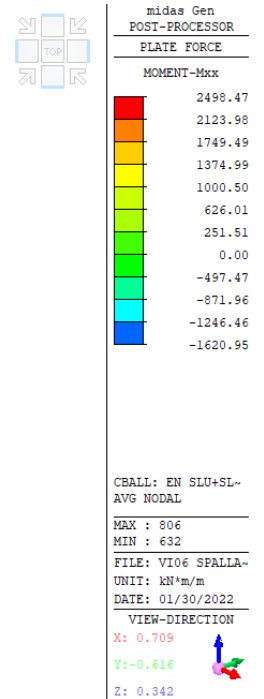
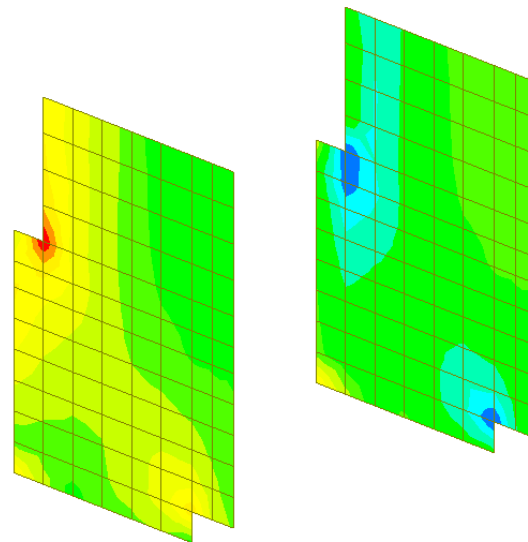
Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	65 di 78

7.4 MURI LATERALI

7.4.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.

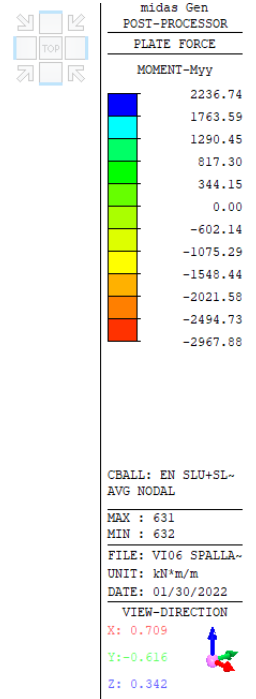
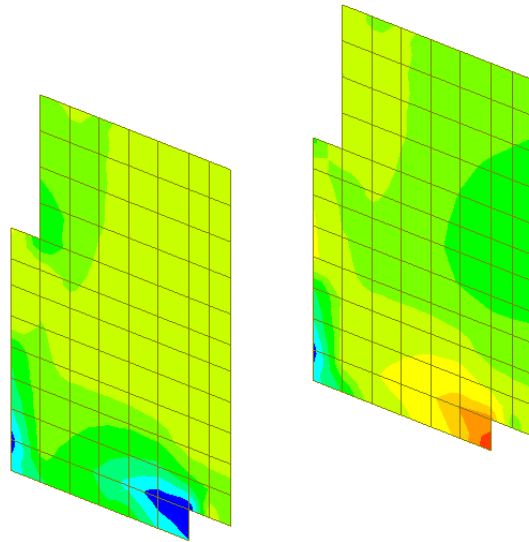


Involuppo momento flettente in direzione X - SLU+ SLV

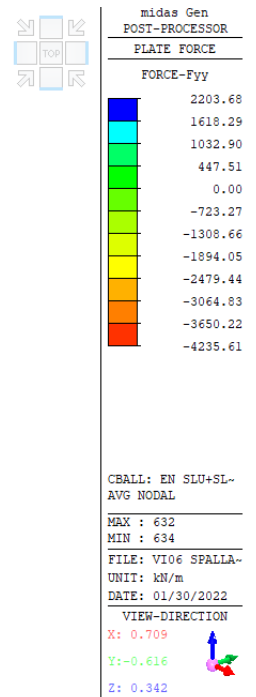
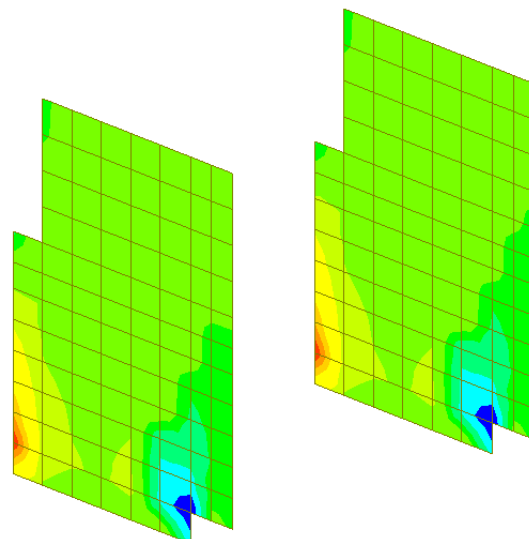
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	66 di 78



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLU+ SLV

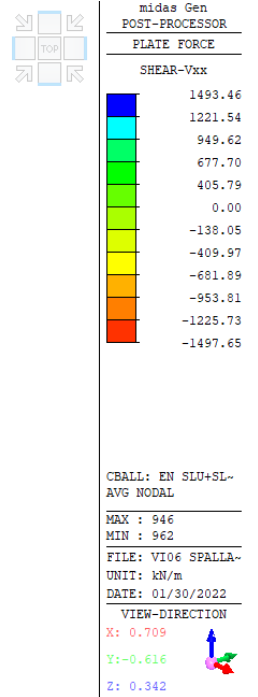
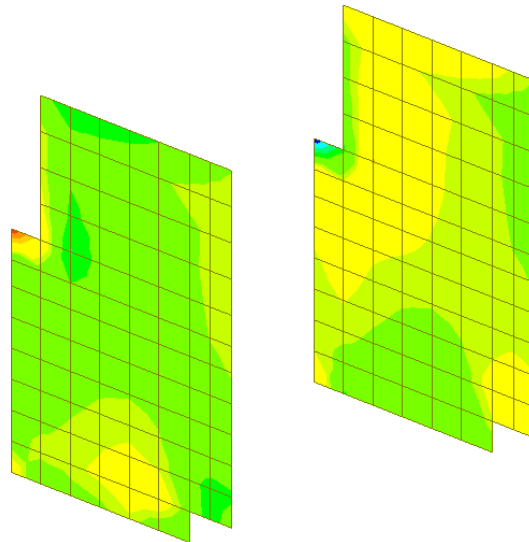


Inviluppo azione assiale verticale - SLU+ SLV

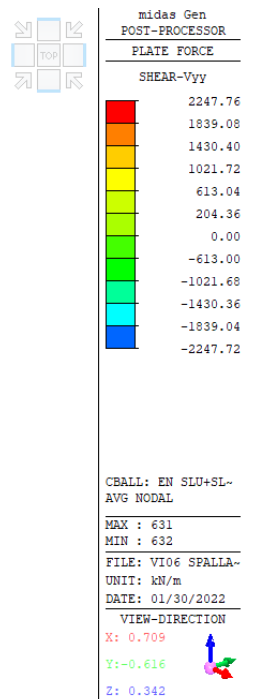
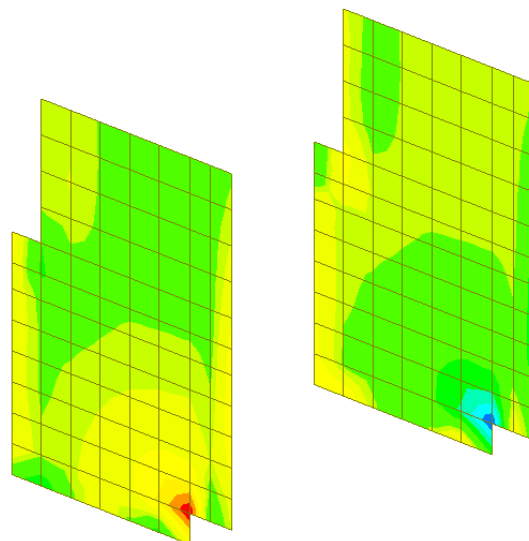
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	67 di 78



Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU+ SLV

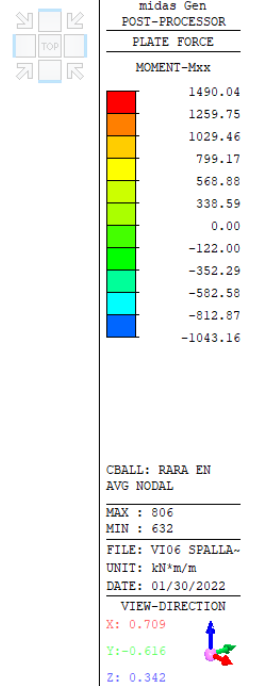
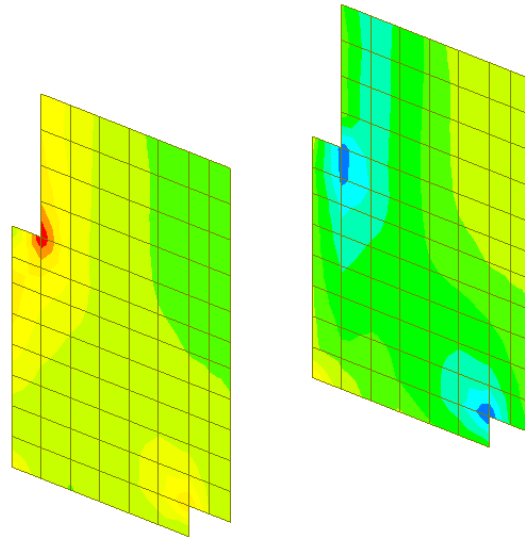


Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU+ SLV

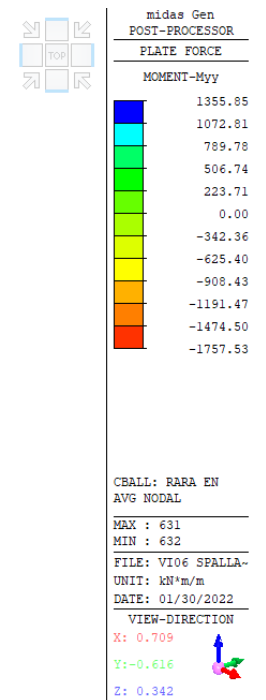
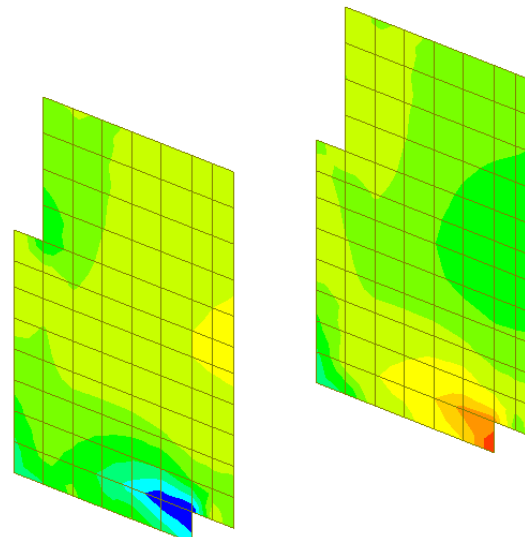
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla B - VI06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	68 di 78



Inviluppo momento flettente in direzione X – SLE RARA



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0604 002	REV. A

7.4.2 Verifiche agli Stati Limite

I muri laterali sono armati con barre ϕ 24/10 verticali e con ϕ 24/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari 50 mm.

A taglio si utilizzano spilli ϕ 12/ 30 x 30.

I risultati delle verifiche sono i seguenti.

Verifiche in direzione X

Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	800	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	74	[mm]
Altezza utile della sezione	d	726	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	24	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	4524	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	24	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	4524	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	1154.18	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	802.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	70 di 78

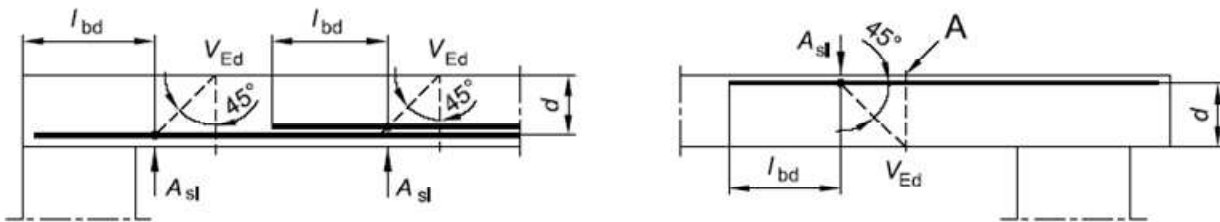
Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	464	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.52	[-]
		1.52	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0062313	[-]
		0.0062313	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	364.69	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	275.69	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **364.69** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	653.4	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **787.28** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **2134.79** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm²]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **787.28** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **3414.62** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	71 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	516.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	800	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	74	[mm]
Altezza utile della sezione	d	726	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	4524	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	4524	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	220.64	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	22369851361	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	5.09	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	174.85	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	384.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	800	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	74	[-]
Altezza utile della sezione	d'	726	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	4524	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	4524	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	220.64	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	22369851361	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.79	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	130.12	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	72 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	473 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	220.64 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	160.28 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	185 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	185000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02445 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000511 [-]
		0.000511 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	24.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	309.65 [mm]
		309.65 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1583 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	73 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	800	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	98	[mm]
Altezza utile della sezione	d	702	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	24	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	4524	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	24	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	4524	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	1069.21	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	954.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	74 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Verifica a taglio

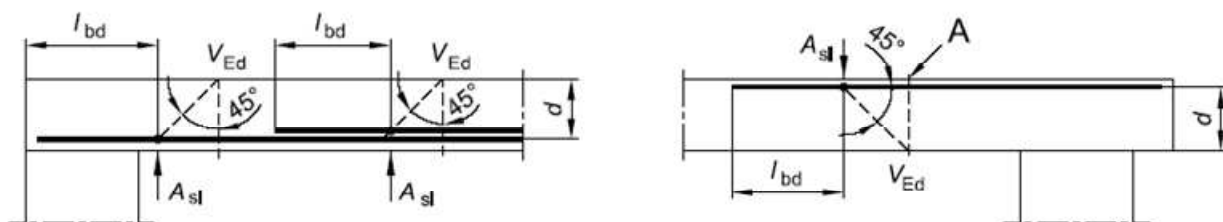
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	620.3	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.53	[-]
		1.53	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0064443	[-]
		0.0064443	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	358.69	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	268.91	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **358.69** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	631.8	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **761.25** [kN]

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **2064.22** [kN]

Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm²]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **761.25** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE

Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **3301.74** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	75 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	567.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	800 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	98 [mm]
Altezza utile della sezione	d	702 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	4524 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	4524 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	220.64 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	20324327486 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	6.16 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	201.43 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	384.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	800 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	98 [-]
Altezza utile della sezione	d'	702 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	4524 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	4524 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	220.64 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	20324327486 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	4.17 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	136.42 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	76 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	523 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	220.64 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	185.80 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	193.118912 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	193118.912 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.02343 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000628 [-]
		0.000628 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	24.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	316.97 [mm]
		316.97 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1989 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	77 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

8 SCARICHI SULLA PALIFICATA

Nella seguente tabella si riportano gli scarichi della struttura sulla palificata di fondazione, derivanti dallo studio della sovrastruttura con zattera di fondazione infinitamente rigida.

SPALLA FISSA SLE

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
RARA01	13991	-799	83694	9620	18825	1329
RARA02	12821	-771	77238	9442	-864	1376
RARA03	15013	-571	83778	7306	28579	912
RARA04	14603	-707	83746	8685	24668	1148
RARA05	10023	-525	73646	7999	-12283	1063
RARA06	11805	-917	80631	11885	13888	1573
RARA07	13197	-702	81656	8656	12564	1191
RARA08	12261	-680	76491	8513	-3187	1228
RARA09	14015	-520	81723	6804	20367	857

SPALLA FISSA SLU-SLV

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
SLU01	19285	-1174	114758	14189	29551	1959
SLU02	17588	-1134	105397	13931	1002	2027
SLU03	20767	-844	114880	10833	43695	1354
SLU04	18946	-1349	112964	17590	23951	2397
SLU05	17589	-1316	105475	17384	1111	2451
SLU06	20132	-1084	113061	14906	35266	1912
SLU07	19285	-1174	114758	14189	29551	1959
SLU08	13532	-788	100196	11998	-15545	1595
SLV01	-17027	-4897	73143	24910	-151555	-3807
SLV02	-17027	-4897	77506	24910	-154664	-3807
SLV03	-17027	4703	73143	-22982	-151555	4084
SLV04	-17027	4703	77506	-22982	-154664	4084
SLV05	38659	-4897	73143	24910	141639	-3807
SLV06	38659	-4897	77506	24910	138529	-3807
SLV07	38659	4703	73143	-22982	141639	4084
SLV08	38659	4703	77506	-22982	138529	4084
SLV09	2463	-16097	73143	80785	-48937	-13013
SLV10	2463	-16097	77506	80785	-52046	-13013

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0604 002	A	78 di 78

Relazione di calcolo spalla B - VI06

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
SLV11	19169	-16097	73143	80785	39021	-13013
SLV12	19169	-16097	77506	80785	35912	-13013
SLV13	2463	15903	73143	-78856	-48937	13290
SLV14	2463	15903	77506	-78856	-52046	13290
SLV15	19169	15903	73143	-78856	39021	13290
SLV16	19169	15903	77506	-78856	35912	13290
SLV17	2463	-4897	68053	24910	-45309	-3807
SLV18	2463	4703	68053	-22982	-45309	4084
SLV19	19169	-4897	68053	24910	42649	-3807
SLV20	19169	4703	68053	-22982	42649	4084
SLV21	2463	-4897	82595	24910	-55674	-3807
SLV22	2463	4703	82595	-22982	-55674	4084
SLV23	19169	-4897	82595	24910	32284	-3807
SLV24	19169	4703	82595	-22982	32284	4084

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla B - VI06</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0604 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 79 di 78</p>

9 VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)

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

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

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