

COMMITTENTE:



Aps Holding s.p.a.  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Padova

IL DIRETTORE FUNZIONALE  
Dott. Ing. Diego Galiazzo

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Gaetano Panetta

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE



MANDANTE



MANDANTE



**ERREGI srl**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA  
NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3**

FABBRICATI TECNOLOGICI DI LINEA

Relazione di calcolo SSE2 Forcellini

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA:

-

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

NP000 00 D Z2 CL FA0200 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Conti	26/03/2020	F. Paduano	26/03/2020	A. Peresso	26/03/2020	L. Catallo Novembre 2020
		F. Mancini		L. Catallo				
B	EMISSIONE A SEGUITO VERIFICA	F. Conti	Novembre 2020	F. Paduano	Novembre 2020	A. Peresso	Novembre 2020	
		F. Mancini						

File: NP0000DZ2CLFA0200001B

n. Elab.:

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>2 di 54</b></p>

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3.	MATERIALI .....	7
4.	ANALISI DEI CARICHI .....	9
4.1	PESO PROPRIO – G1 .....	9
4.2	PERMANENTI PORTATI – G2 .....	9
4.3	SOVRACCARICHI VARIABILI – Q1 .....	9
4.4	AZIONE DELLA NEVE – Q2 .....	10
4.5	AZIONE DEL VENTO – Q3 .....	11
4.1	AZIONE SISMICA.....	13
5.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	21
6.	ANALISI STRUTTURALE PENSILINA LATERALE .....	23
6.1	MODELLO DI CALCOLO .....	23
6.2	CARICHI APPLICATI.....	27
6.3	RISULTATI.....	30
6.4	VERIFICHE DI RESISTENZA .....	34
6.5	VERIFICHE GEOTECNICA DELLA FONDAZIONE.....	44
6.1	VERIFICHE STRUTTURALI DELLA FONDAZIONE.....	46

MANDATARIA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MANDANTE  ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  SERVIZIO PROGETTAZIONE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA	MANDANTE  PINI SWISS				
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>	COMMESSA <b>NP00</b>	LOTTO <b>00 D Z2</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>3 di 54</b>

## 1. INTRODUZIONE

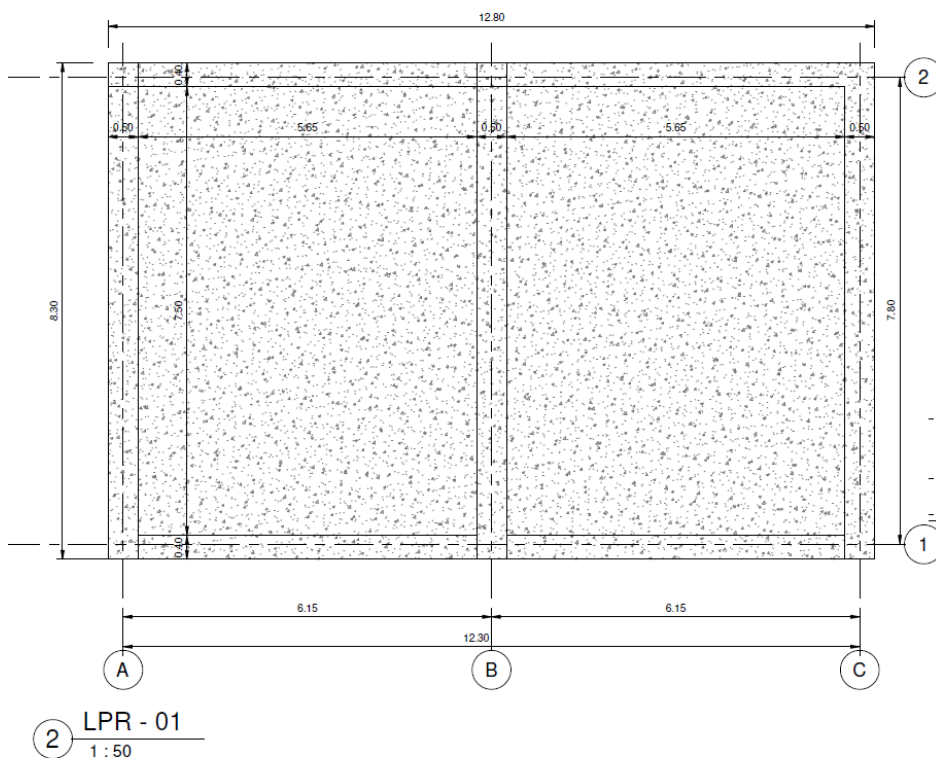
La presente relazione riporta i calcoli statici e le verifiche di sicurezza della sottostazione elettrica nei pressi di Forcellini presente lungo la linea del nuovo Sistema di trasporto intermedio a guida vincolata SIR3 di Padova.

La sottostazione è un edificio monopiano adibito alla trasformazione e fornitura di energia elettrica per la linea tramviaria. Esso è formato da una struttura intelaiata in cemento armato e possiede fondazioni nastriformi a travi rovesce.



Gli elementi strutturali dell'edificio sono formati da pilastri 50x50 cm e travi 50x60 cm nei telai principali e le travi secondarie di collegamento sono travi a spessore 40x25 cm.

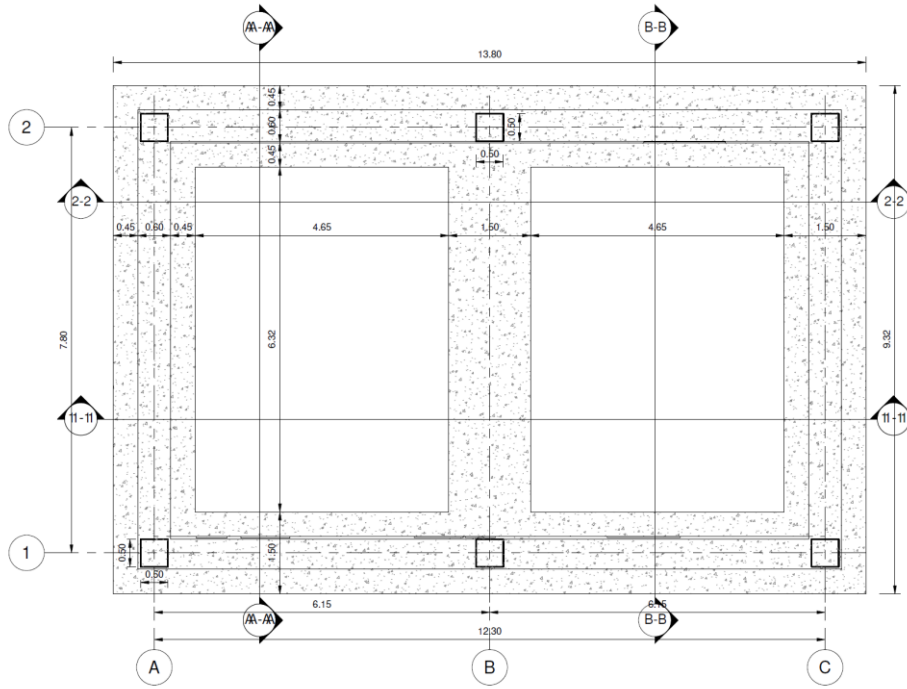
Le fondazioni della sottostazione elettrica sono di tipo diretta formate da travi rovesce e percorrono tutto il suo perimetro.

Le strutture sono progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, Norme Tecniche delle Costruzioni 2018.



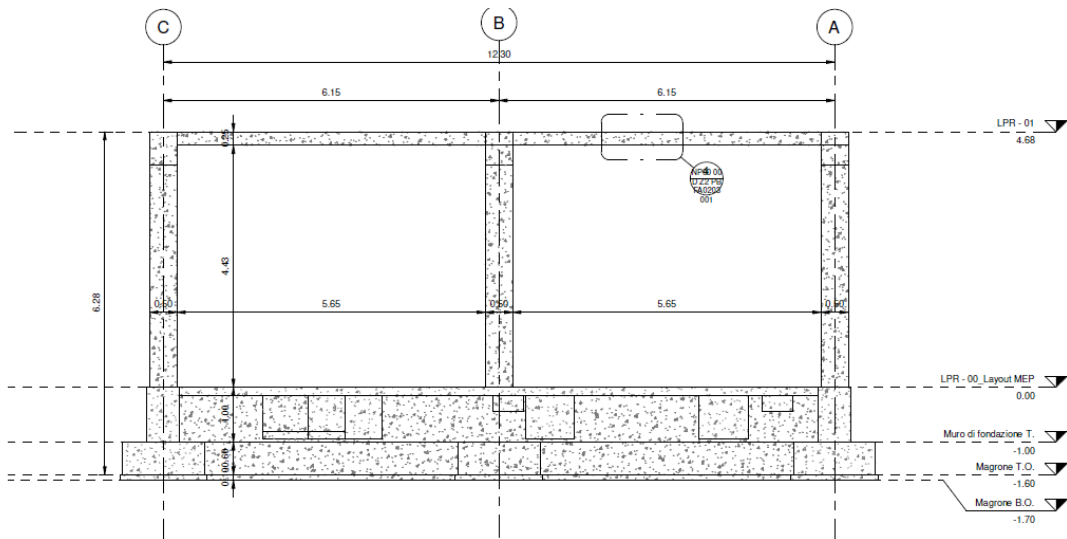
1. Pianta copertura

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>4 di 54</b></p>



1 LPR - 00\_Pianta fondazione  
1 : 50

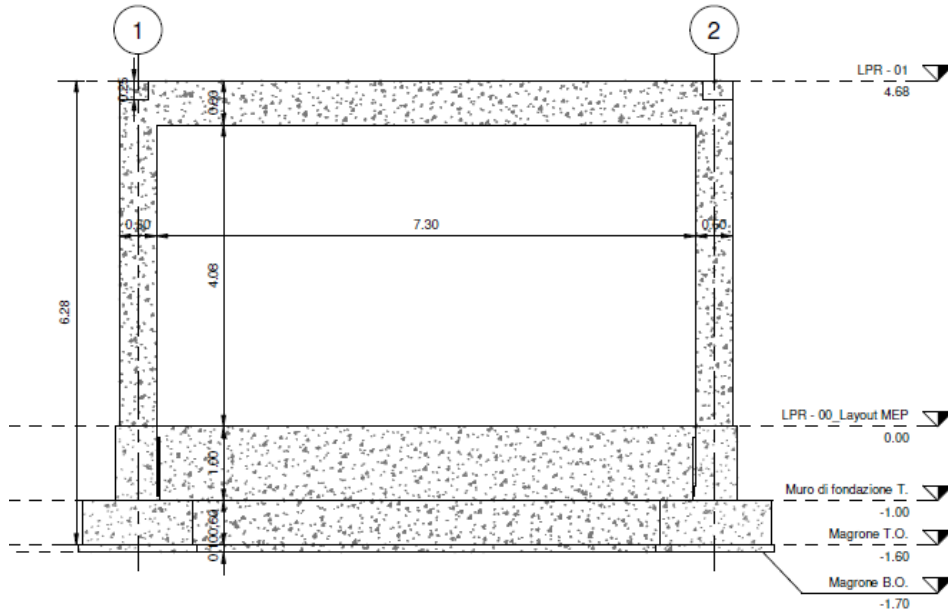
2. Pianta fondazioni



3 Prospetto Nord  
1 : 50

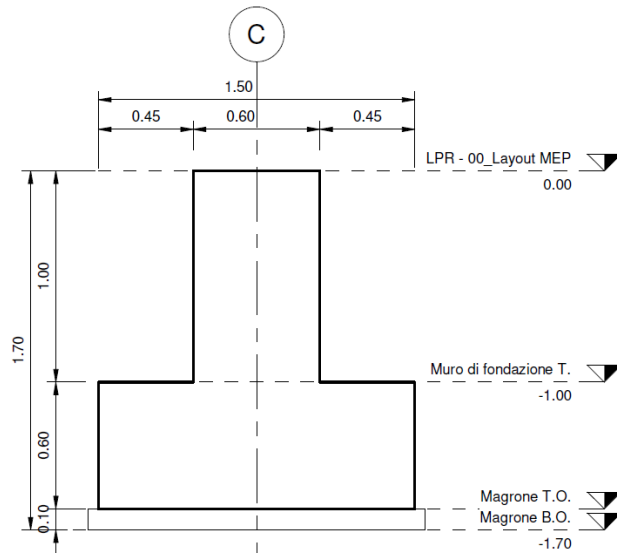
3. Sezione longitudinale

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>5 di 54</p>
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>								



1 Prospetto Est  
1 : 50

4. Sezione trasversale




5 D2  
1 : 20

5. Dettaglio fondazione

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> 			<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 						
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>6 di 54</p>

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare esplicativa 21 Gennaio 2019 alle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- CNR-DT 207 R1/2018 – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-1-2:2005 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1997-1:2005 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-01 SERVIZIO INTERDISCIPLINARE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>7 di 54</b></p>

### 3. MATERIALI

#### CALCESTRUZZO:

##### CLASSE DI RESISTENZA C25/30

$R_{ck}$	=	<b>30</b> MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck}$	=	<b>25</b> MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cd}$	=	14,16 MPa	Resistenza di calcolo cilindrica
$f_{ctm}$	=	2,56 MPa	Resistenza caratteristica media a trazione
$f_{ctk}$	=	1,79 MPa	Resistenza caratteristica a trazione
$f_{ctd}$	=	1,19 MPa	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{ctk}$	=	2,15 MPa	resistenza a trazione per flessione caratteristica
$f_{ctd}$	=	1,43 MPa	resistenza a trazione per flessione di calcolo
E	=	31475 MPa	Modulo elastico

##### CLASSE DI RESISTENZA C28/35

$R_{ck}$	=	<b>35</b> MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck}$	=	<b>28</b> MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cd}$	=	15,86 MPa	Resistenza di calcolo cilindrica
$f_{ctm}$	=	2,76 MPa	Resistenza caratteristica media a trazione
$f_{ctk}$	=	1,93 MPa	Resistenza caratteristica a trazione
$f_{ctd}$	=	1,29 MPa	Resistenza di calcolo a trazione
$f_{ctk}$	=	2,32 MPa	resistenza a trazione per flessione caratteristica
$f_{ctd}$	=	1,54 MPa	resistenza a trazione per flessione di calcolo
E	=	32308 MPa	Modulo elastico

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-01</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>8 di 54</p>

CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE:

XC2 - Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni

XC3 - Superfici in cls moderatamente umide - es. strutture in elevazione.

**ACCIAIO PER ARMATURA:**

Acciaio di tipo B450C ad aderenza migliorata.

$f_{yk}$	$\geq$	450 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd}$	=	391.3 MPa	Tensione di snervamento di calcolo
$f_{uk}$	$\geq$	540 MPa	Tensione caratteristica di rottura
E	=	210000 MPa	Modulo elastico acciaio

**ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA**

Acciaio S275JR

$f_{yk}$	$\geq$	275 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd}$	=	261.9 MPa	Tensione di snervamento di calcolo
$f_{uk}$	$\geq$	430 MPa	Tensione caratteristica di rottura
E	=	210000 MPa	Modulo elastico acciaio



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-DEI INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>9 di 54</p>

## 4. ANALISI DEI CARICHI

### 4.1 Peso proprio – G1

Il peso proprio delle strutture metalliche è portato in conto in modo automatico dal programma di calcolo agli elementi finiti.

#### Solaio di copertura:

Peso proprio del solaio prefabbricato (sp = 25 cm)	3.78 kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale</b>	<b>G1 = 3.78 kN/m<sup>2</sup></b>

### 4.2 Permanenti portati – G2

#### Solaio di copertura:

Manto bituminoso a doppio strato (sp = 4+4 mm)	0.10 kN/m <sup>2</sup>
Ghiaia vagliata (sp = 3 cm – $\gamma = 20$ kN/m <sup>3</sup> )	0.60 kN/m <sup>2</sup>
Massetto alleggerito delle pendenze (sp = 4 cm – $\gamma = 15$ kN/m <sup>3</sup> )	0.60 kN/m <sup>2</sup>
Impianti	1.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale</b>	<b>G2 = 2.30 kN/m<sup>2</sup></b>


#### Muri perimetrali:

Muri in blocchi forati laterizi (sp = 30 cm)	3.15 kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale</b>	<b>G2 = 3.15 kN/m<sup>2</sup></b>

### 4.3 Sovraccarichi variabili – Q1

Il sovraccarico variabile agente sulla struttura è costituito da un carico verticale sul piano della copertura del fabbricato.

Il valore caratteristico del carico di tale carico  $q_k$  è riportato nella Tab. 3.1.II delle NTC 2018 secondo la categoria H riguardante coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione ed è pari a 0.5 kN/m<sup>2</sup>.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-01 INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>10 di 54</p>

#### 4.4 Azione della neve – Q2

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

dove:

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [ $\text{kN/m}^2$ ] per un periodo di ritorno di 50 anni, ed è pari a  $1.00 \text{ kN/m}^2$ ;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione, ed è pari ad 1;

$C_t$  è il coefficiente termico, ed è pari ad 1.

#### AZIONE DELLA NEVE

**ZONA**                    **2 PADOVA**

$a_s \leq$                     **200 m slm**

$q_{sk}$                         **1  $\text{kN/m}^2$**

$a_s$                         **16,1 m slm**

#### COEFFICIENTE DI FORMA DELLA COPERTURA

$\alpha$                         **0 °**                    *Angolo di inclinazione delle falde*

$\mu_1$                         **0,8**

#### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE



$C_E$                         **1**

#### COEFFICIENTE TERMICO

$C_t$                         **1**                    *Topografia Normale*

#### PRESSIONE DELLA NEVE SULLA COPERTURA

$q_s$                         **0,80  $\text{kN/m}^2$**

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>11 di 54</p>

#### 4.5 Azione del vento – Q3

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti.

Le azioni del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

La pressione del vento è data da:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove:

$q_r$  è la pressione cinetica di riferimento in funzione della velocità di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  è coefficiente di pressione;

$c_t$  è il coefficiente topografico.

Di seguito si riportano i dati per il calcolo della pressione del vento:

#### AZIONE DEL VENTO

<b>ZONA</b>	<b>1</b>	$v_{b,0}$	<b>25</b> m/s
		$a_0$	<b>1000</b> m slm
		$k_a$	<b>0,4</b> 1/s

$q_b$  390,6 N/m<sup>2</sup> pressione cinetica di riferimento

$a_s$  **16,85** m slm

**COEFFICIENTE TOPOGRAFICO**  $c_t$  1

#### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

CLASSE DI RUGOSITA' **B**

SITO < 30 km DALLA COSTA

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	<b>III</b>	$k_r$	0,19
		$z_0$	0,05 m
		$z_{min}$	4 m

$z$  (m) 4 16,85

$c_e(z)$  1,80 2,69

 MANDANTE  MANDANTE 	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z2</td> <td>CL</td> <td>FA0200 001</td> <td>B</td> <td>12 di 54</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	12 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	12 di 54								

Di seguito si riportano i coefficienti di pressione utilizzati per la struttura della sottostazione elettrica:

<b>PRESSIONE DEL VENTO SULLE PARETI</b>			
COEFFICIENTE DI PRESSIONE ESTERNA (CNR-DT 207/2008 - par. G.2)			
<u>Direzione X:</u>			
b	8,3 m	h/d	0,38
d	12,8 m		
h	4,85 m		
$C_{pe,1}$	0,74	<i>Faccia Sopravvento</i>	
$C_{pe,2}$	-0,80	<i>Facce Laterali</i>	
$C_{pe,3}$	-0,38	<i>Faccia Sottovento</i>	
<u>Direzione Y:</u>			
b	12,8 m	h/d	0,58
d	8,3 m		
h	4,85 m		
$C_{pe,1}$	0,76	<i>Faccia Sopravvento</i>	
$C_{pe,2}$	-0,90	<i>Facce Laterali</i>	
$C_{pe,3}$	-0,42	<i>Faccia Sottovento</i>	
COEFFICIENTE DI PRESSIONE INTERNA (CNR-DT 207/2008 - par. G.4)			
$C_{pi,1}$	0,2		
$C_{pi,2}$	-0,3		

<b>PRESSIONE DEL VENTO SULLA COPERTURA</b>			
COEFFICIENTE DI PRESSIONE ESTERNA (CNR-DT 207/2008 - par. G.2.3)			
$\alpha$	0 °	<i>Angolo di inclinazione delle falde</i>	
<u>Direzione X:</u>			
$C_{pe,A}$	-0,80	<i>Tetto Sopravvento</i>	
$C_{pe,B}$	-0,20	<i>Tetto Sottovento</i>	
<u>Direzione Y:</u>			
$C_{pe,A}$	-0,80	<i>Tetto Sopravvento</i>	
$C_{pe,B}$	-0,20	<i>Tetto Sottovento</i>	

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-ED</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>13 di 54</p>

### PRESSIONI DEL VENTO SULLA STRUTTURA

#### PARETI

##### Direzione X:

$p_1$             0,99 kN/m<sup>2</sup>      *Faccia Sopravvento*

$p_2$             0,71 kN/m<sup>2</sup>      *Faccia Sottovento*

##### Direzione Y:

$p_3$             1,01 kN/m<sup>2</sup>      *Faccia Sopravvento*

$p_4$             0,75 kN/m<sup>2</sup>      *Faccia Sottovento*

#### TETTO

##### Direzione X:

$p_5$             0,84 kN/m<sup>2</sup>      *Tetto Sopravvento*

$p_6$             0,21 kN/m<sup>2</sup>      *Tetto Sottovento*

##### Direzione Y:

$p_7$             0,84 kN/m<sup>2</sup>      *Tetto Sopravvento*



$p_8$             0,21 kN/m<sup>2</sup>      *Tetto Sottovento*

### 4.1 Azione sismica

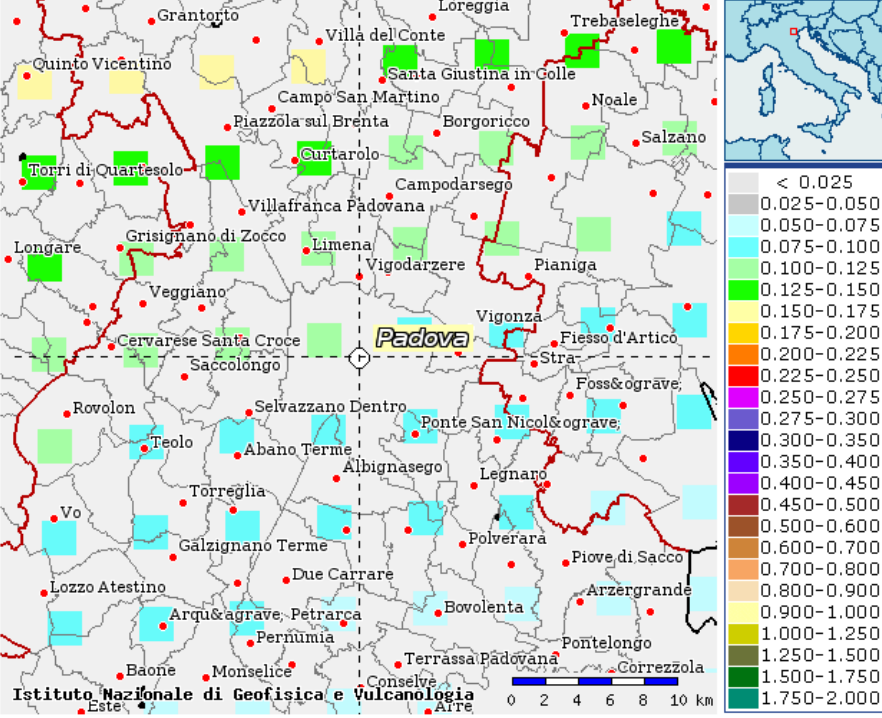
In accordo con quanto stabilito dal Decreto Ministeriale delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{Vr}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini progettuali la sismicità è stata definita in base alla mappa di pericolosità sismica.

Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica della zona in questione.

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>		<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>		<p>MANDANTE</p> 		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>			
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>				<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>14 di 54</p>

## Mappe interattive di pericolosità sismica



**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

**Scala:**  
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

**Coordinate del centro della mappa**

Latitudine:

Longitudine:

**Ricerca Comune**

Il nome contiene:

**Comune evidenziato**





**Padova**

**Selezione mappa**

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>		a(g) ▼	10% ▼	84 ▼	▼

Di seguito si riportano i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  per i periodi di ritorno associati a ciascuno Stato Limite per ciascun comune interessato dalla tratta tramviaria.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,036	2,547	0,242
SLD	75	0,043	2,534	0,279
SLV	712	0,099	2,597	0,342
SLC	1462	0,126	2,594	0,355

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>15 di 54</p>

Definiti i parametri di pericolosità sismica della zona in questione si procede con la scelta della strategia di progettazione definendo la vita nominale dell'opera  $V_N$  e la classe d'uso dell'opera in questione  $C_U$  in modo da definire il periodo di riferimento  $V_R$  con cui valutare l'azione sismica.

Quindi:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Dove:

$V_N$  è pari a 50 anni

$C_U$  corrisponde alla terza classe.

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione





Stato Limite	Strategia per costruzioni ordinarie ( $T_R$ [anni])	Strategia scelta ( $T_R$ [anni])
SLO	45	45
SLD	75	75
SLV	712	712
SLC	1462	1462

**LEGENDA GRAFICO**

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

--■-- Strategia scelta

**INTRO**      **FASE 1**      **FASE 2**      **FASE 3**

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z2</td> <td>CL</td> <td>FA0200 001</td> <td>B</td> <td>16 di 54</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	16 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	16 di 54								

La fase 3 consiste nella determinazione dell'azione di progetto, mediante la scelta opportuna dei seguenti parametri:

- categoria di sottosuolo: terreno tipo C

- categoria topografica: T1

- regolarità in altezza: si

- fattore di struttura  $q_0$ : 3.3

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**

Stato Limite considerato SLV [info](#)

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo C [info](#)       $S_s =$  1,500       $C_c =$  1,496 [info](#)

Categoria topografica T1 [info](#)       $h/H =$  1,000       $S_T =$  1,000 [info](#)

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

**Compon. orizzontale**

Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) 5       $\eta =$  1,000 [info](#)

Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_0$  3,3      Regol. in altezza si [info](#)

**Compon. verticale**

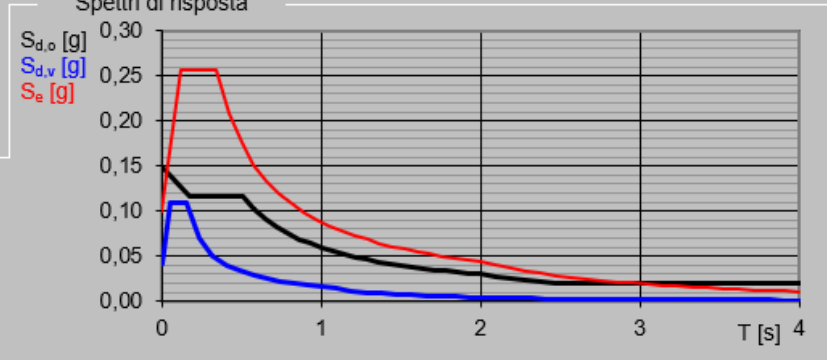
Spettro di progetto      Fattore  $q$  1       $\eta =$  1,000 [info](#)

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta ➤

Parametri e punti spettri di risposta ➤



**Spettri di risposta**



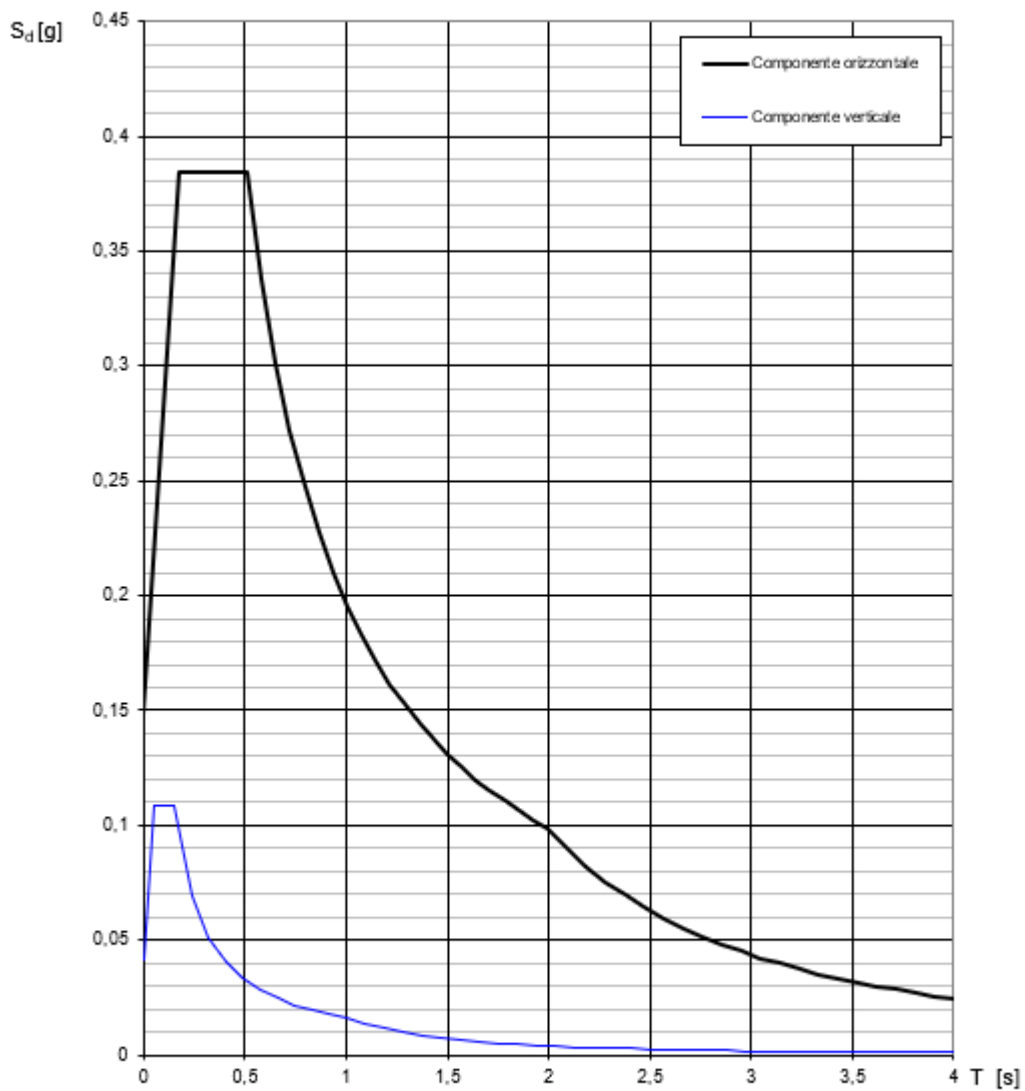
— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
-------	--------	--------	--------




<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRETI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 54</p>

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**

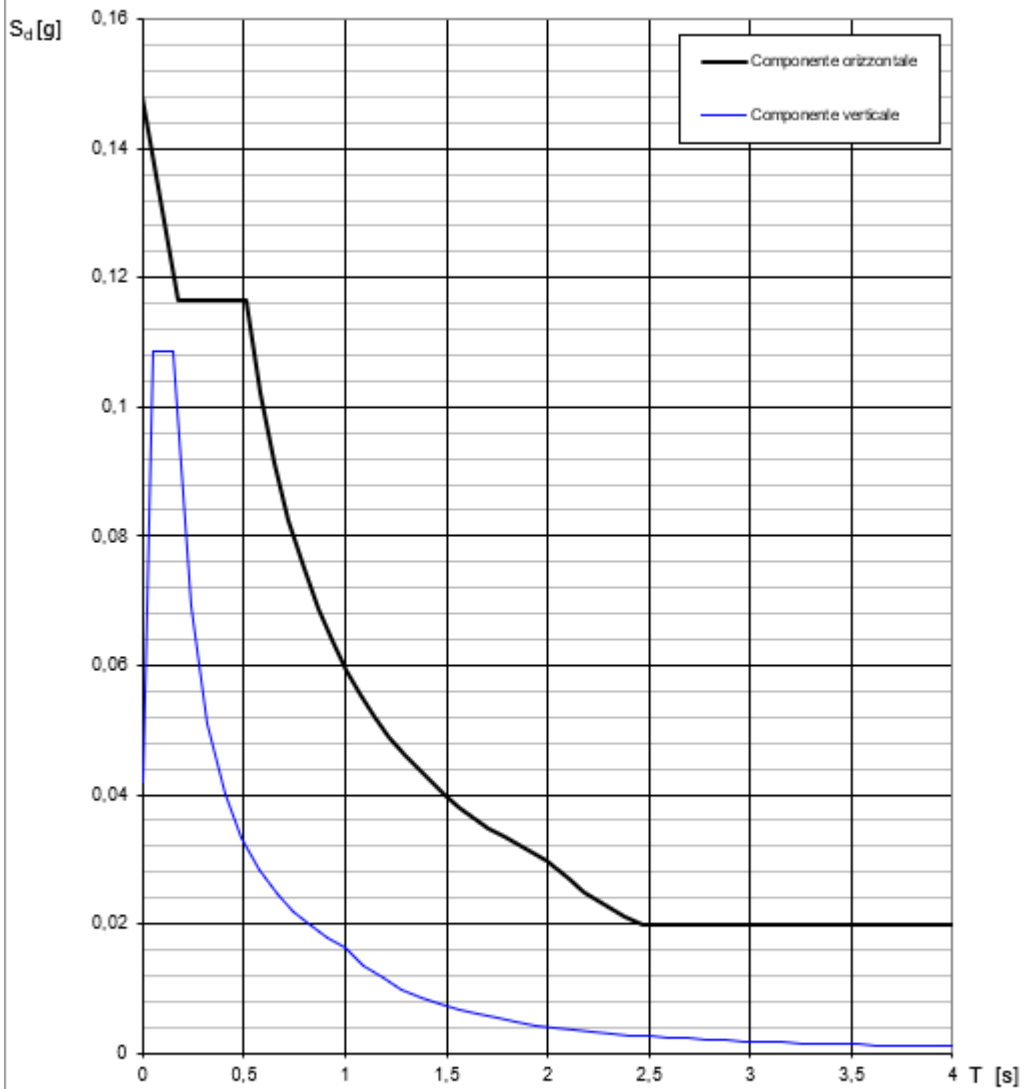


La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

*Spettro elastico allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV)*

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>18 di 54</p>
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>								

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**

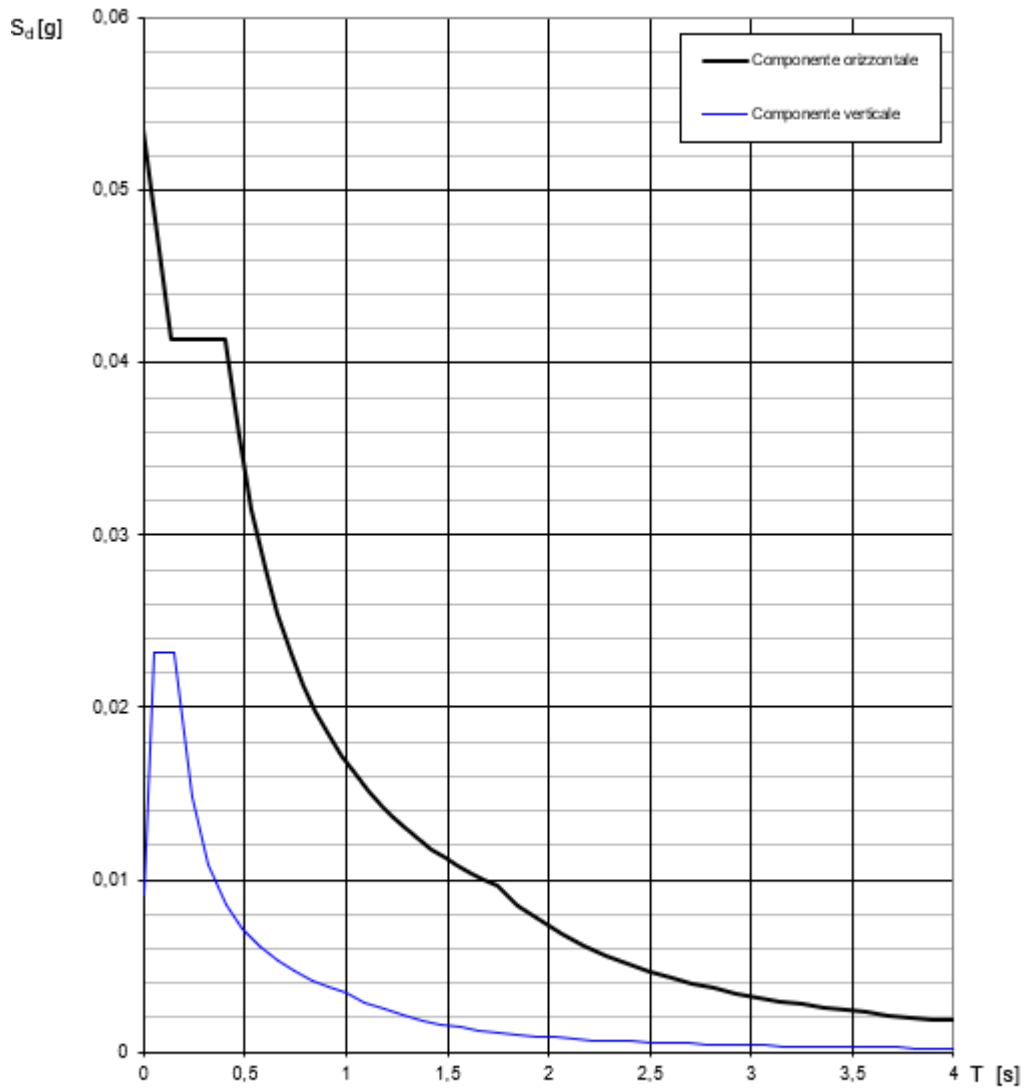


La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

*Spettro di progetto allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV)*




<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRETI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>19 di 54</p>

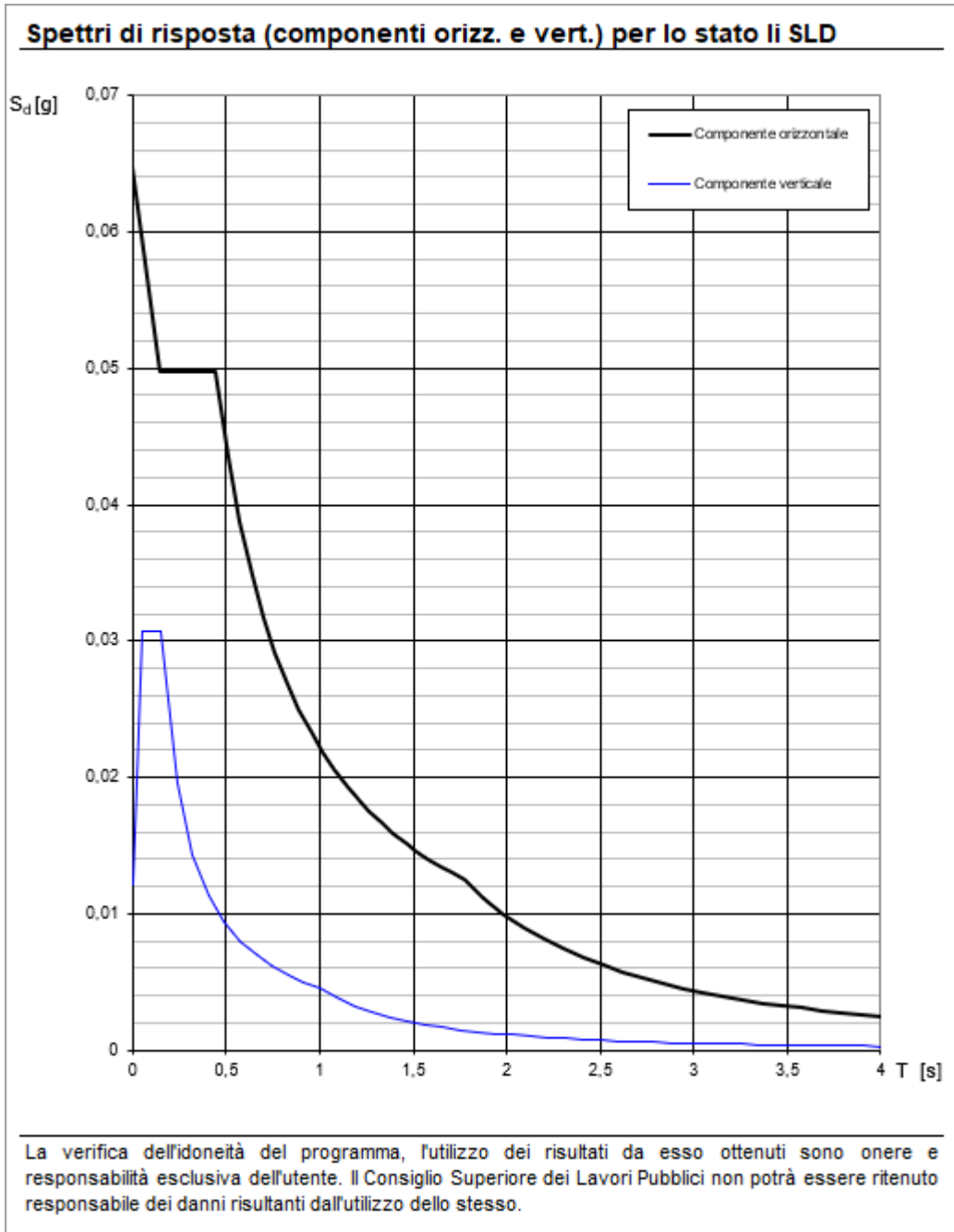
**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLO**



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

*Spettro di progetto allo Stato Limite di operatività (SLO)*

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRETI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>20 di 54</p>



*Spettro di progetto allo Stato Limite di danno (SLD)*

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>21 di 54</p>

## 5. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate per le verifiche strutturali sono determinate dalla seguente espressione:

COMBINAZIONI STATICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO:

$$F_d = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ik}$$

Dove:

$\gamma_{g1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{g2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili  $Q_i$ .

$Q_{1k}$  valore caratteristico del sovraccarico variabile di base;

$Q_{ik}$  valore caratteristico delle azioni variabili tra loro indipendenti;

$\Psi_{0i}$  coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo;

COMBINAZIONI SISMICHE:

$$F_d = E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \Psi_{2i} Q_{ik}$$

$\Psi_{2i}$  coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo sismico dell'azione variabile;

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>22 di 54</p>

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

$$G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \Psi_{2i} Q_{ik}$$

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

COMBINAZIONI RARE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO:


$$F_d = G_1 + G_2 + Q_{1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0i} Q_{ik}$$

COMBINAZIONI FREQUENTI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO:

$$F_d = G_1 + G_2 + \Psi_{11} Q_{1k} + \sum_{i=2}^n \Psi_{2i} Q_{ik}$$

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO:

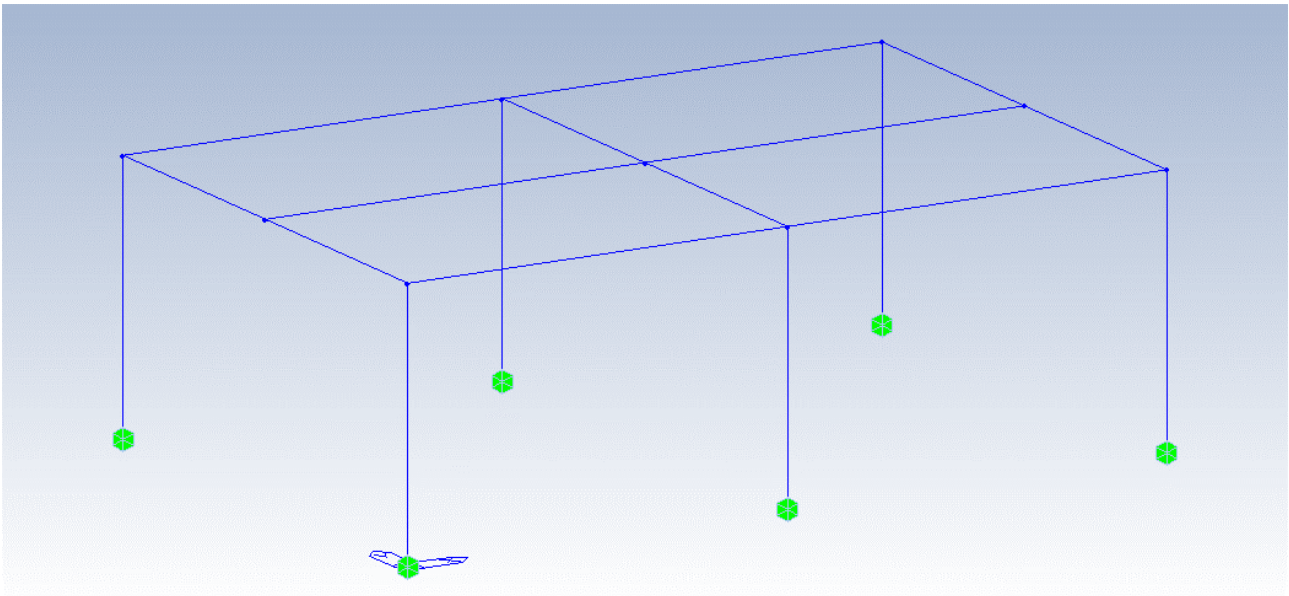
$$F_d = G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \Psi_{2i} Q_{ik}$$

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>23 di 54</p>

## 6. ANALISI STRUTTURALE PENSILINA LATERALE

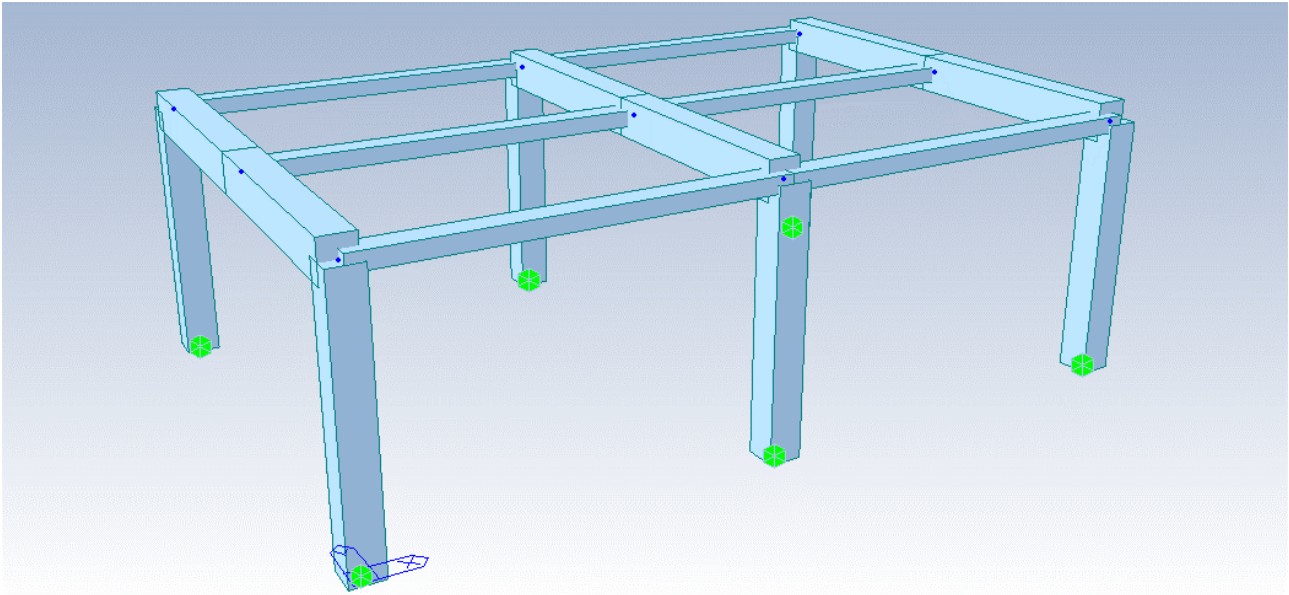
### 6.1 Modello di calcolo

È stata effettuata una modellazione agli elementi finiti con il codice di calcolo MIDAS Gen. Gli elementi strutturali in cemento armato sono stati modellati come elementi frame. I telai principali della struttura sono formati da pilastri 50x50 cm e travi 50x60 cm. Le travi secondarie di collegamento sono travi a spessore 40x25 cm.



6. Modello di calcolo

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>24 di 54</p>




7. *Modello di calcolo – vista estrusa*

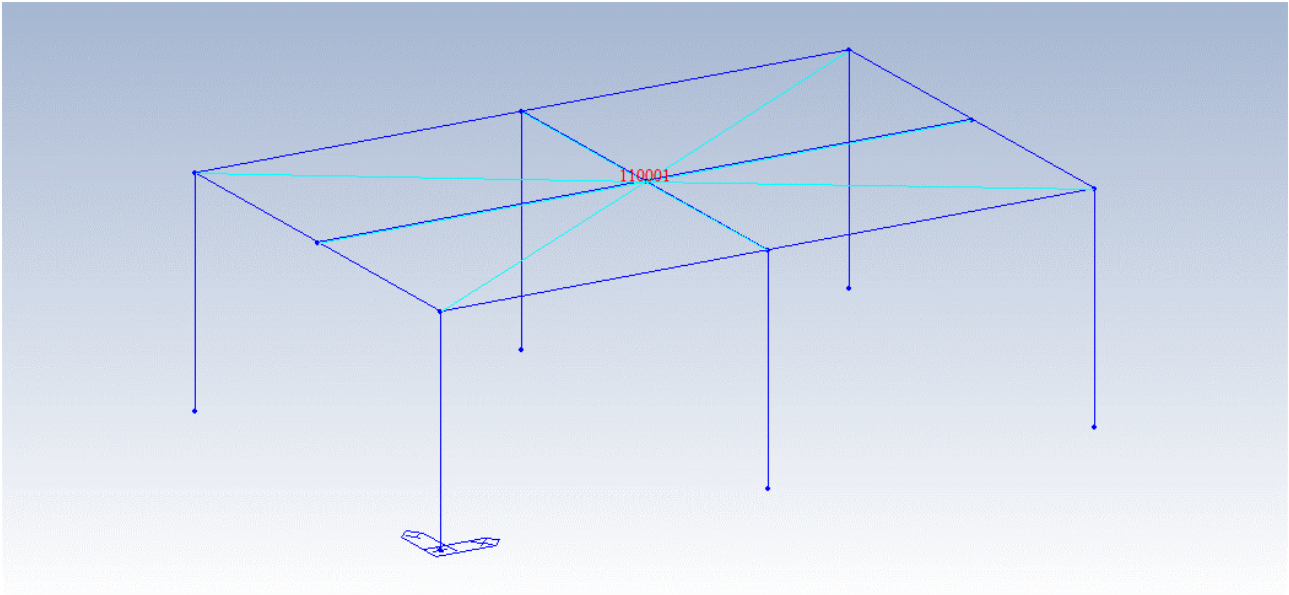
Di seguito si riporta la tabella dei vincoli esterni applicati al modello di calcolo.

Node	Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz
1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1

Il solaio è stato modellato con comportamento rigido assegnando ai nodi del piano il comando Rigid link in modo da simulare la rigidezza del piano.



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>25 di 54</b></p>



8. Modello di calcolo – Rigid link

Per ciò che concerne il tipo di analisi, è stata effettuata un'analisi dinamica con spettro di risposta.

Le masse sono state considerate con la seguente formula:


$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove

$G_1$  è la massa dei carichi permanenti strutturali

$G_2$  è la massa dei carichi permanenti non strutturali

$\psi_{2j}$  è il coefficiente di combinazione dei carichi variabili

	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z2</td> <td>CL</td> <td>FA0200 001</td> <td>B</td> <td>26 di 54</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	26 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	26 di 54								

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

$Q_k$  è la massa dei carichi variabili

Le masse sono state calcolate direttamente dal programma di calcolo MIDAS Gen.

Gli effetti del sisma nella direzione X sono stati combinati con gli effetti del sisma in direzione Y considerati al 30% e viceversa.

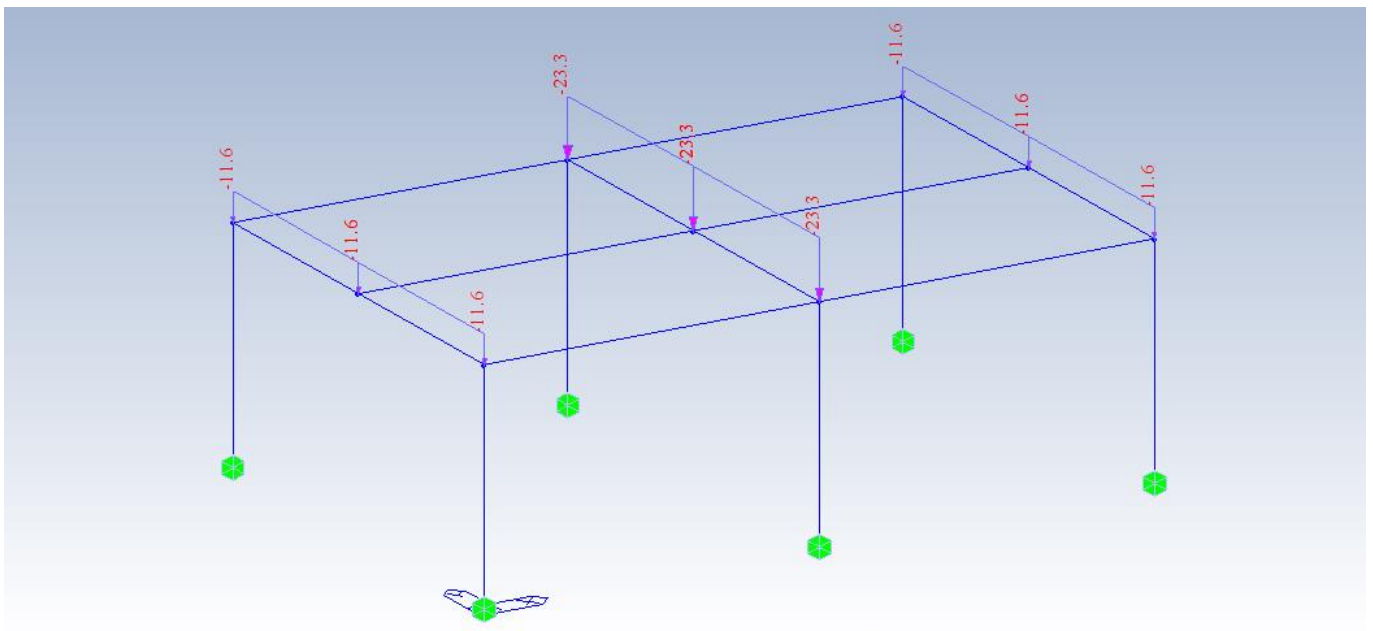
Sono stati considerati tanti modi di vibrare sufficienti ad assicurare l'eccitazione di più del 85% della massa totale della struttura. Nello specifico sono stati necessari i seguenti modi di vibrazione.

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
Mode No	Period (sec)	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0,246	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,182	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,161	0	100	0	100	0	0	0	0	0	0	100	100

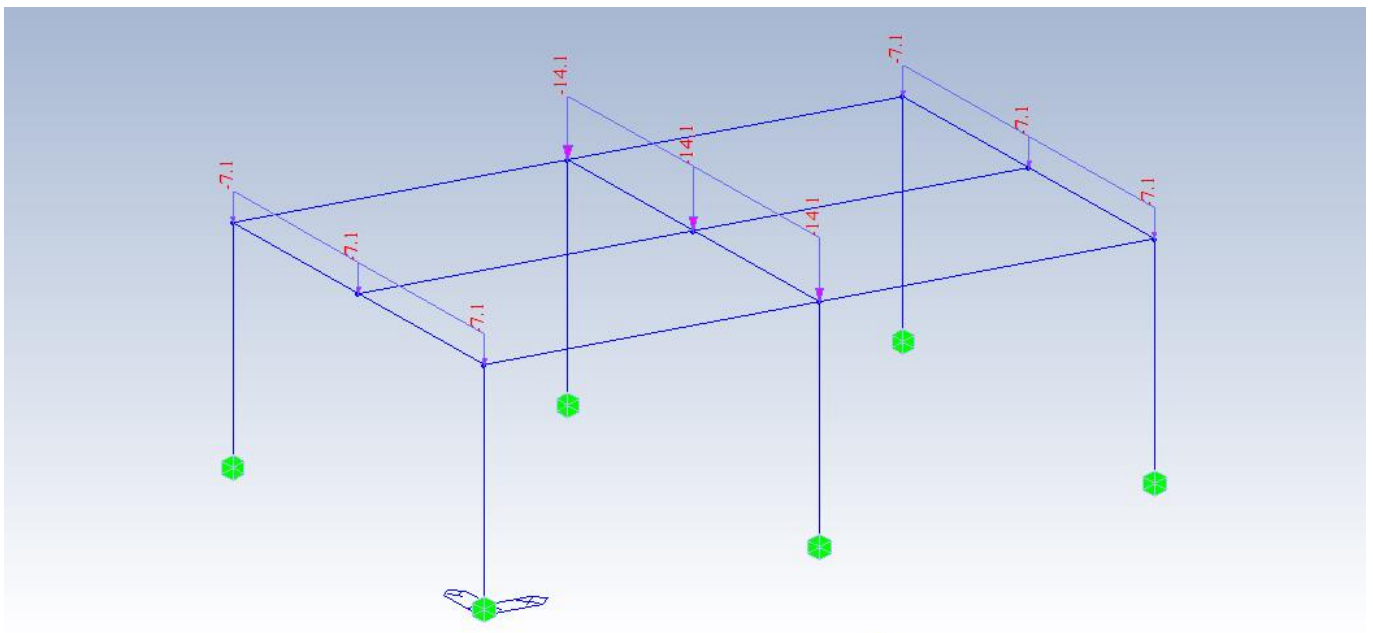
<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SEMPRE INNOVANDO LA PROFESSIONE DI ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>27 di 54</p>

## 6.2 Carichi applicati


Di seguito si riportano alcune immagini esplicative dei carichi applicati alla struttura.

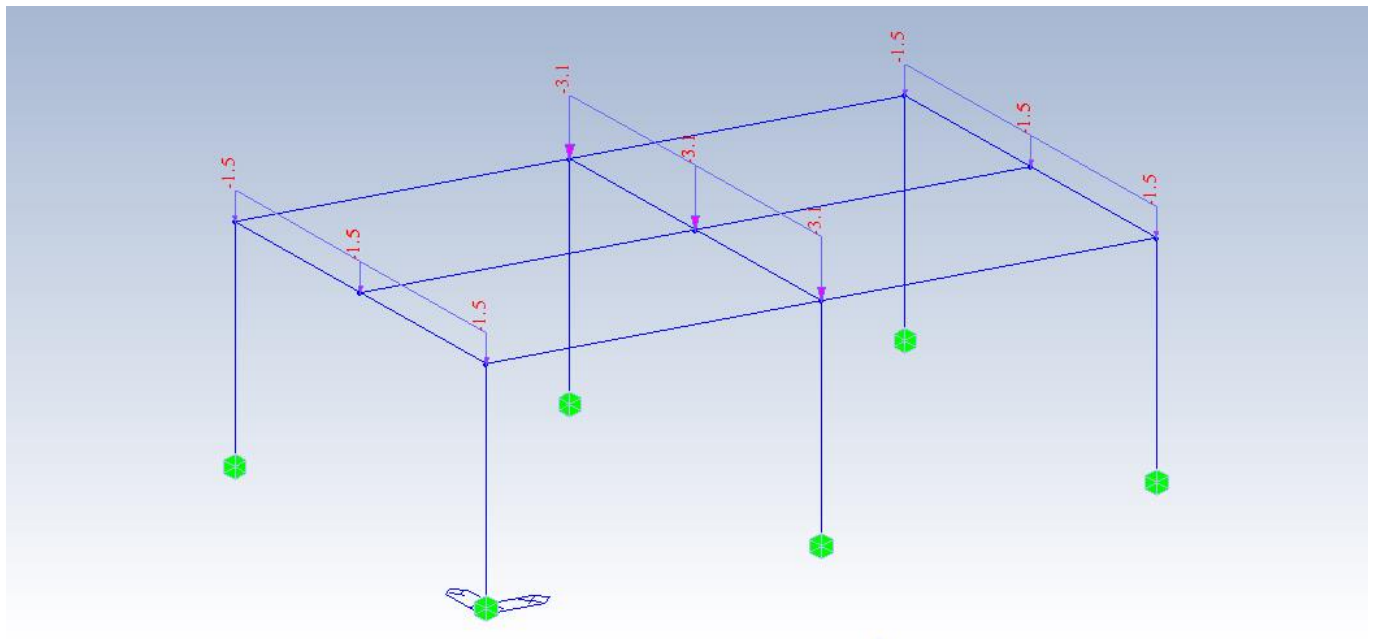


9. *Permanenti portati – G1*

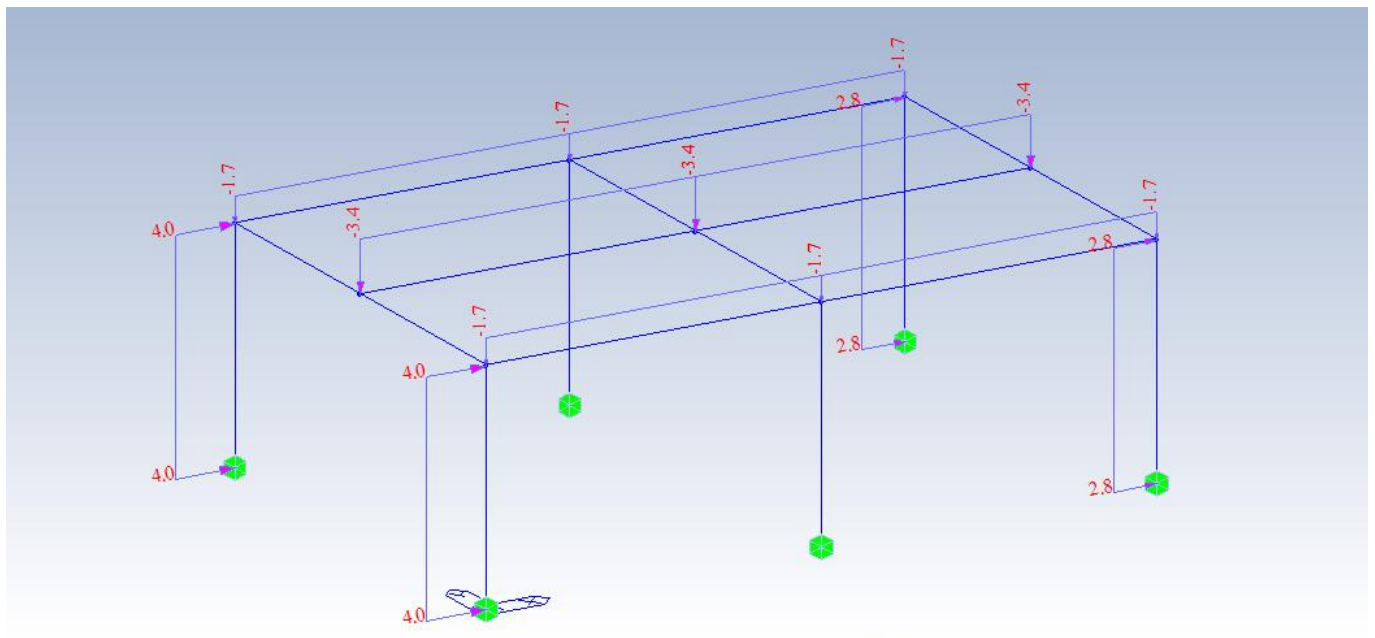


10. *Permanenti portati – G2*

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>28 di 54</p>

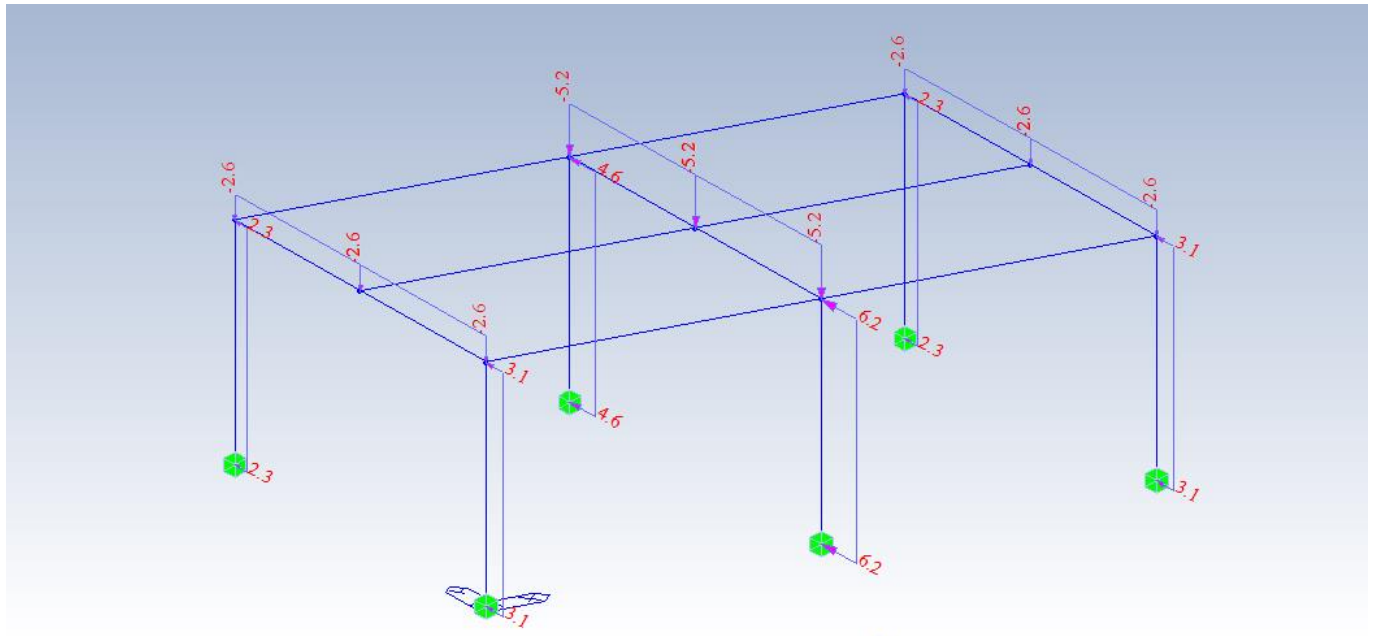


11. Sovraccarico variabile – Q1

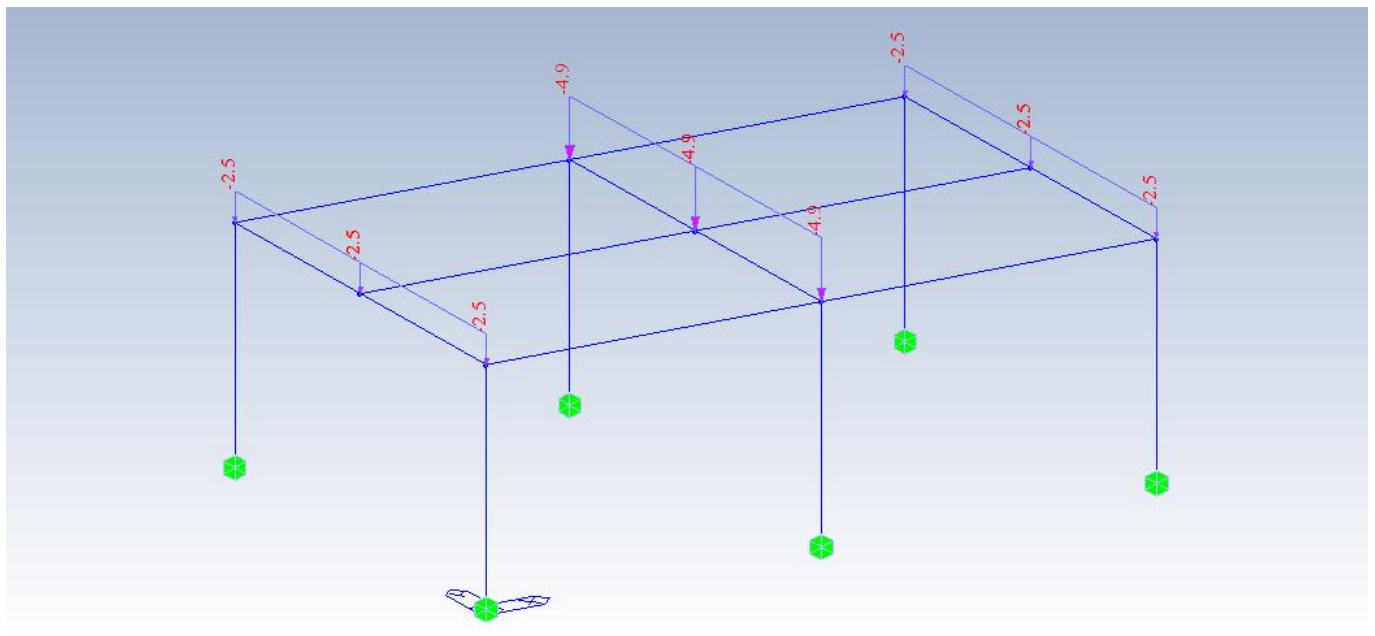


12. Azione del vento dir. x – Q2



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>29 di 54</p>



13. Azione del vento dir. y – Q2

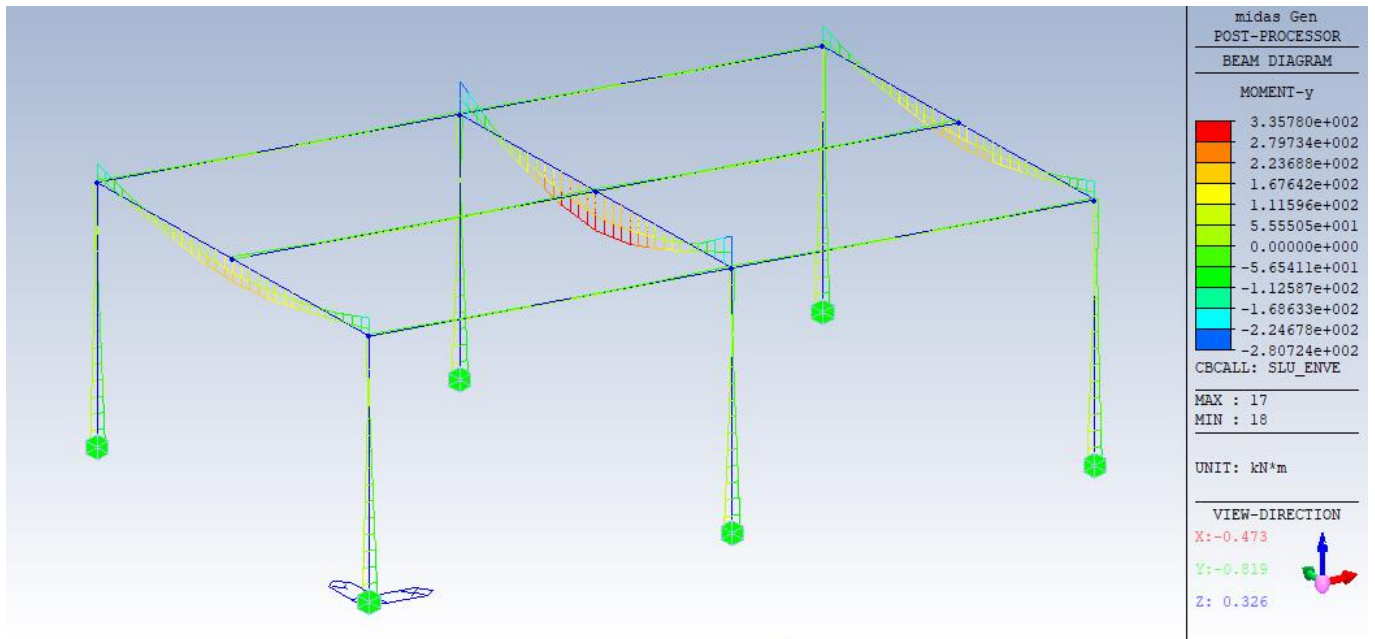


14. Azione da neve – Q3

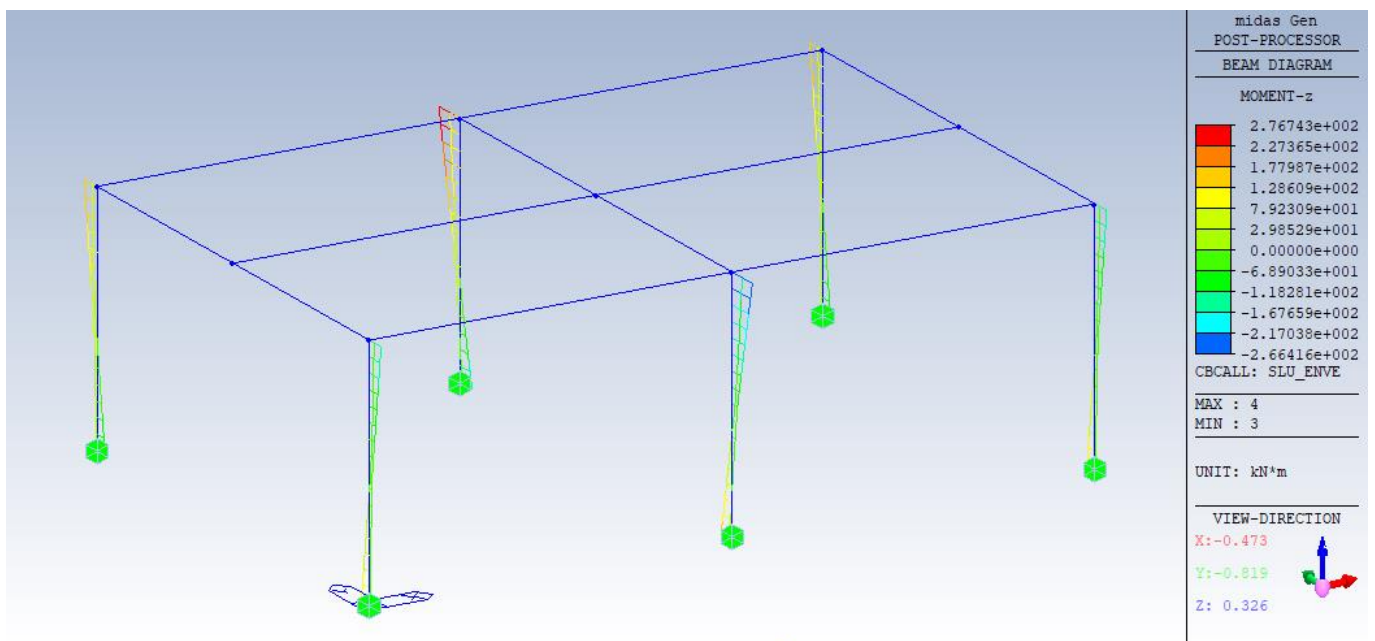
<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>30 di 54</p>

### 6.3 Risultati

Di seguito si riportano i risultati in termini di momenti, tagli e sforzi normali sulla struttura per le combinazioni di carico analizzate.

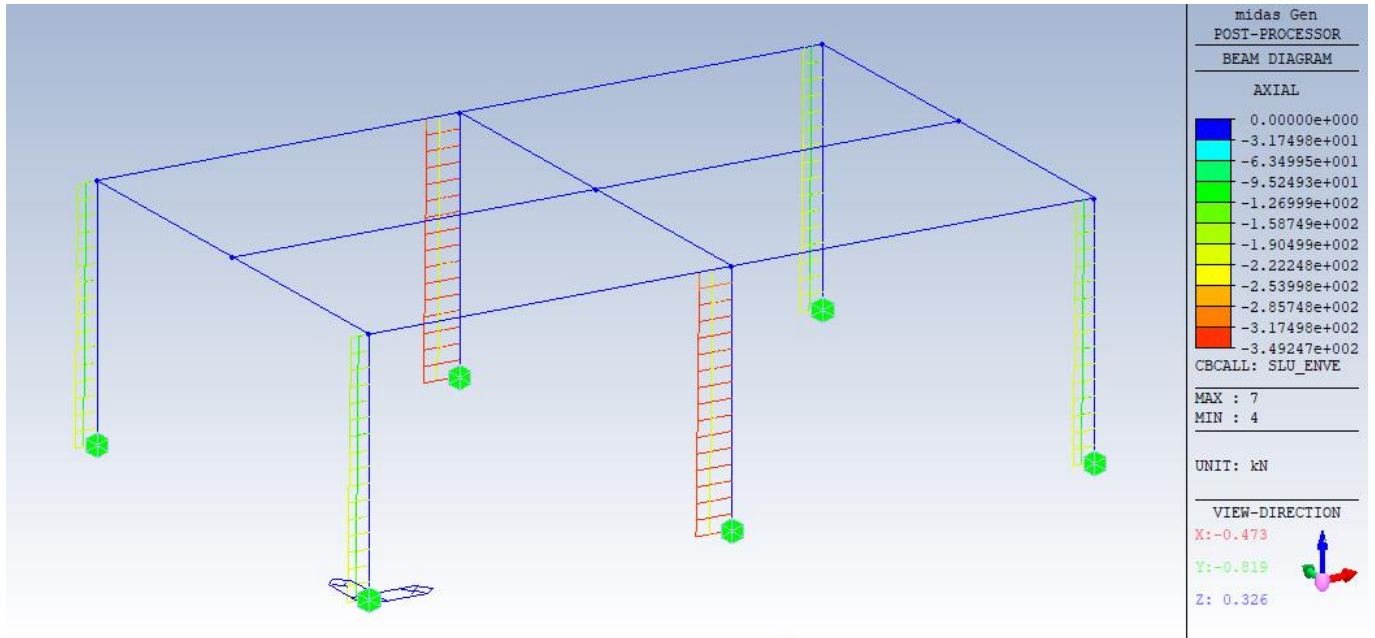


15. Enve SLU – Andamento dei momenti flettenti  $M_y$

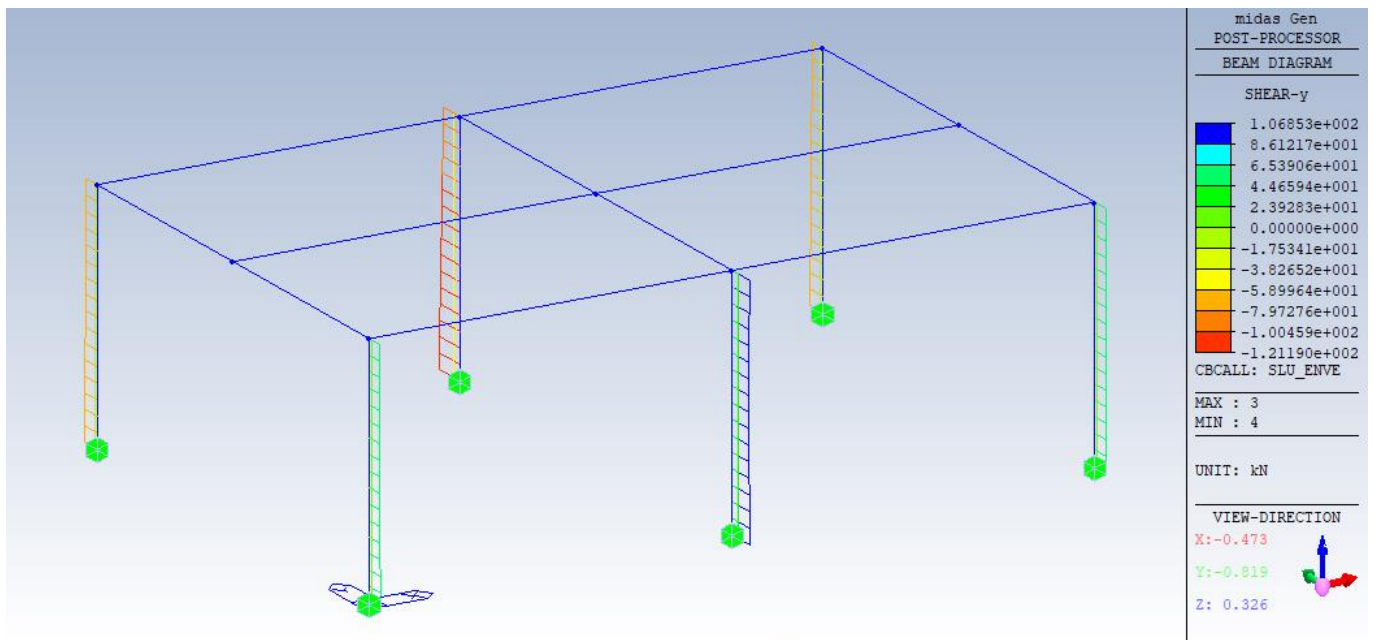


16. Enve SLU – Andamento dei momenti flettenti  $M_z$





<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>31 di 54</p>

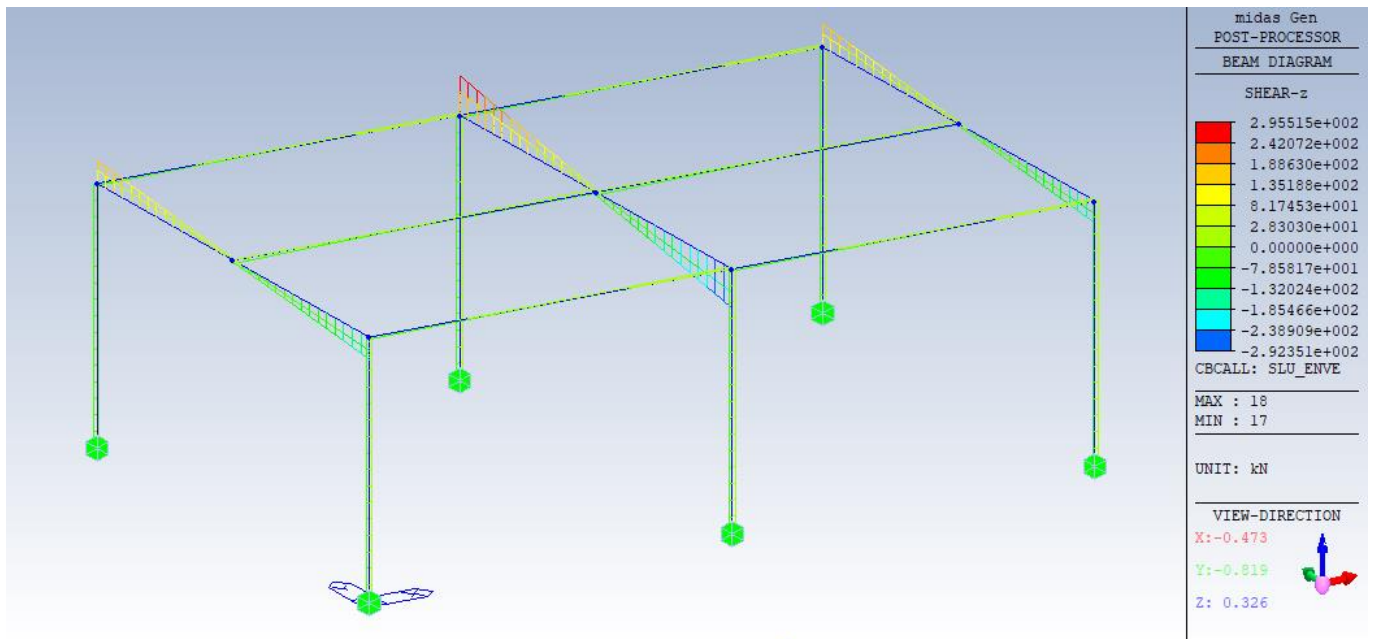


17. Enve SLU – Andamento degli sforzi assiali  $F_x$

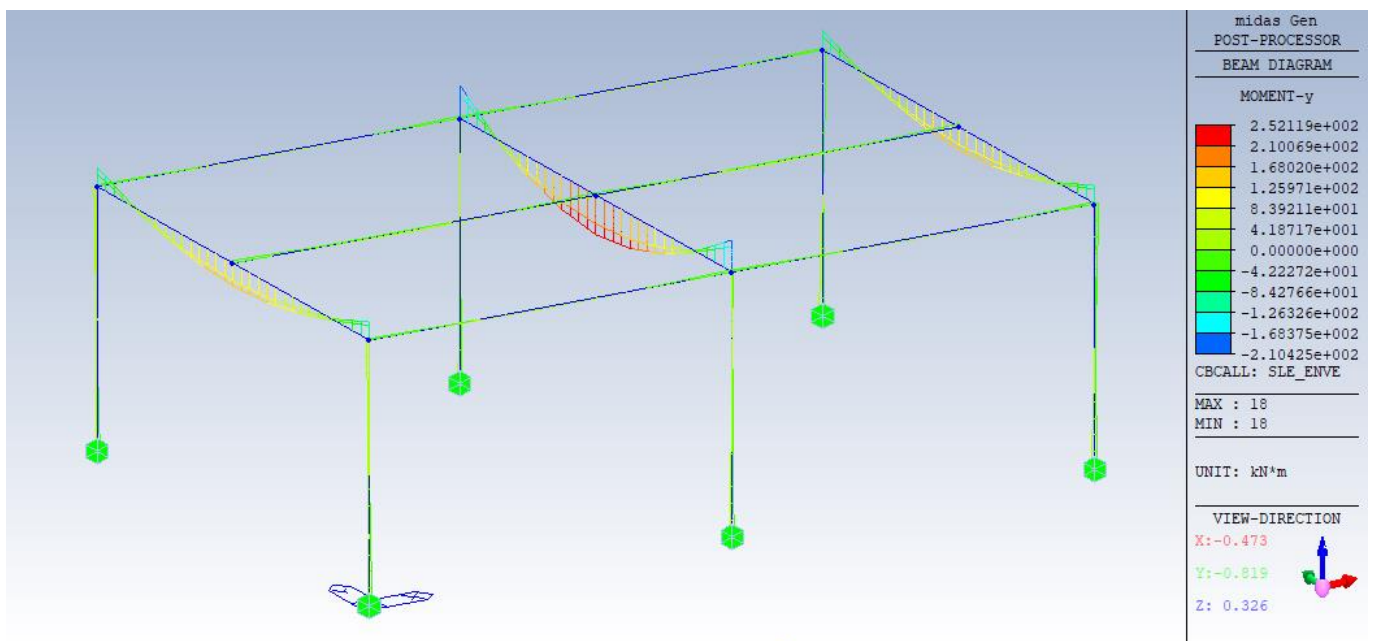


18. Enve SLU – Andamento dei tagli  $F_y$

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>32 di 54</p>






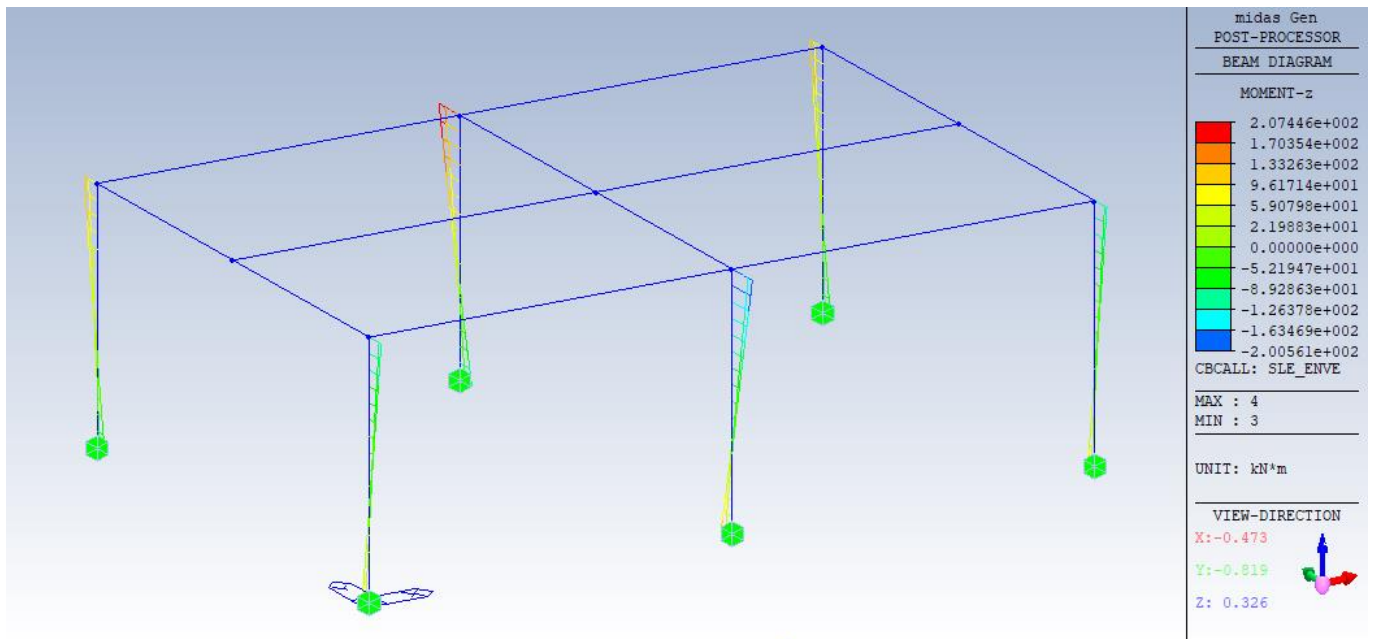
19. Enve SLU – Andamento dei tagli Fz



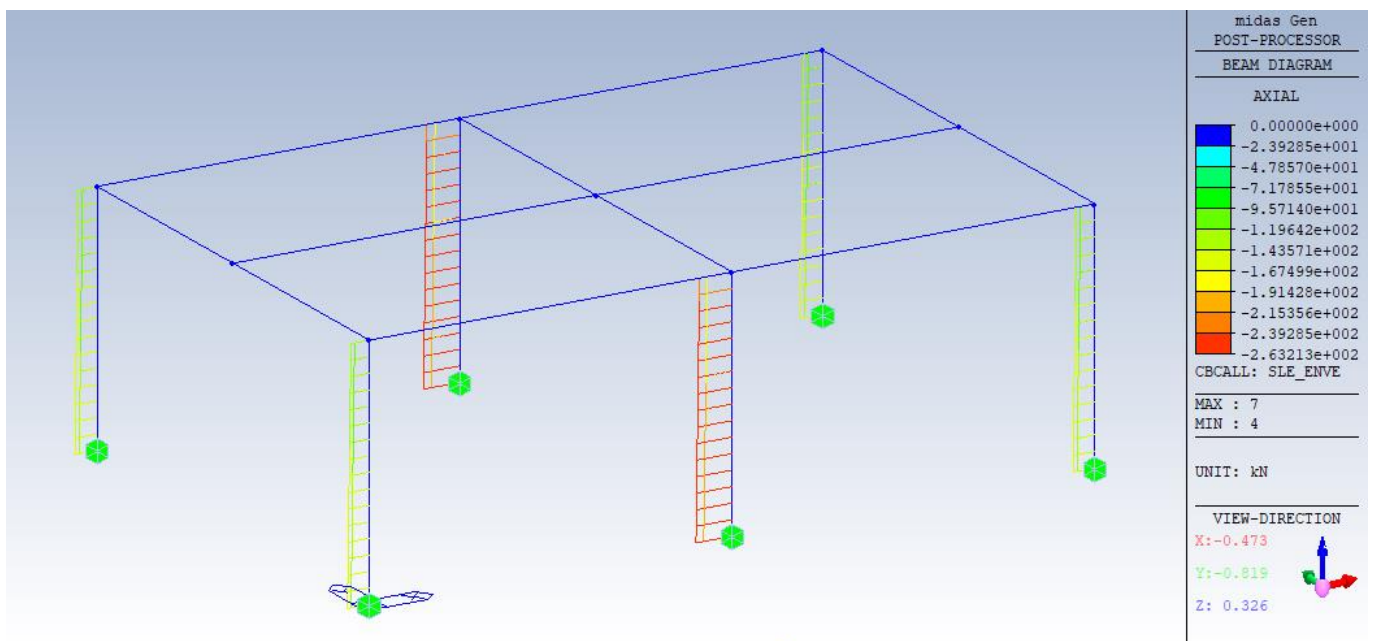
1. Enve SLE – Andamento dei momenti flettenti My






<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>33 di 54</p>



2. Enve SLE – Andamento dei momenti flettenti  $M_z$

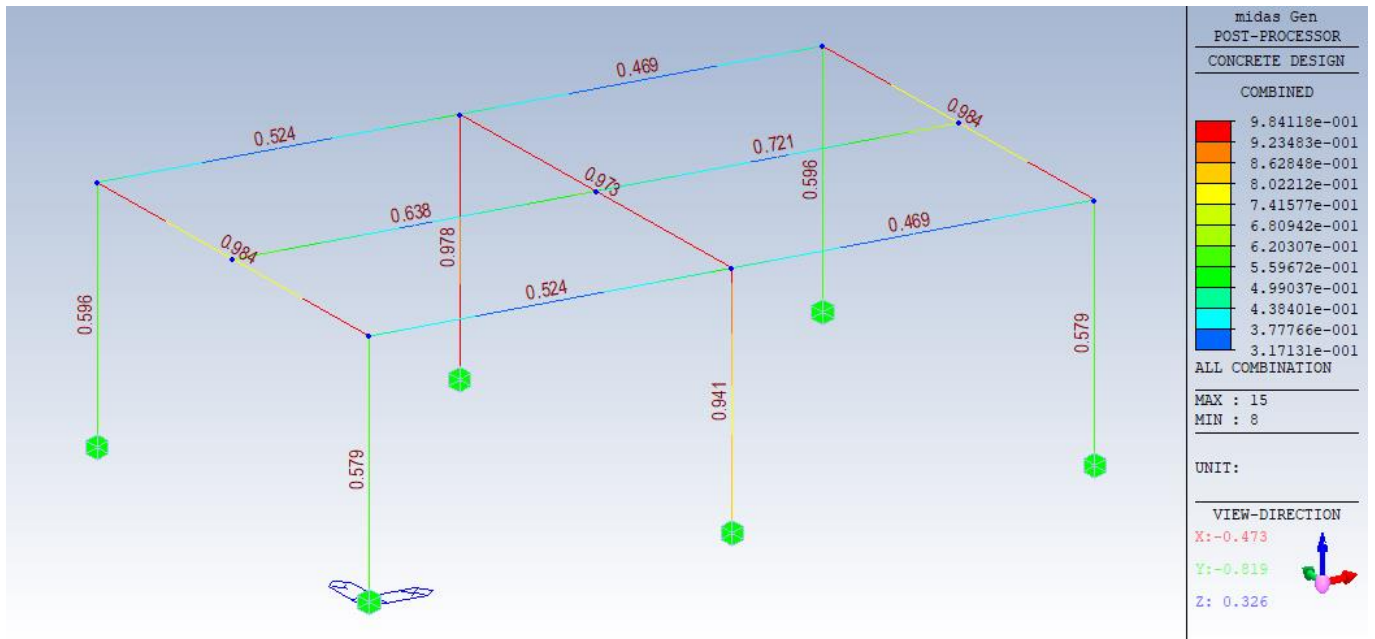


3. Enve SLE – Andamento degli sforzi assiali  $F_x$

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>34 di 54</p>



### 6.4 Verifiche di resistenza

Di seguito si riportano le verifiche strutturali dei principali elementi con indicati i relativi tassi di lavoro delle sezioni.




4. Verifica delle sezioni con relativi tassi di lavoro

Vengono riportate le verifiche agli SLU ed SLE dei principali elementi strutturali.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRETI</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>			COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0200 001	REV. B	FOGLIO 35 di 54

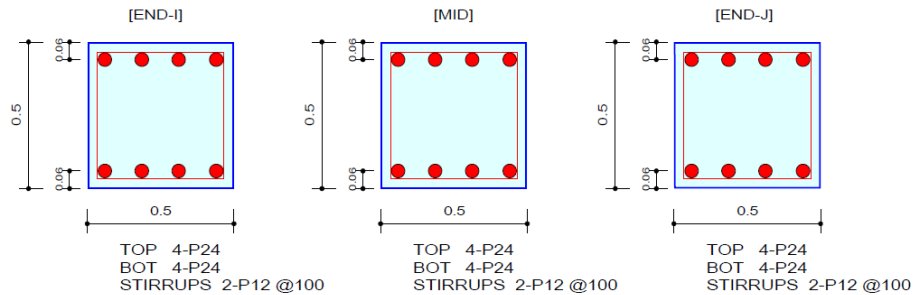
## midas Gen RC Beam Strength Checking Result

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...\FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

### 1. Design Information

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2018	Unit System	kN, m
Material Data	f <sub>ck</sub> = 28000, f <sub>yk</sub> = 450000, f <sub>yw</sub> = 450000 KPa		
Section Property	C50x50 (No : 1)	Beam Span	4.1m

### 2. Section Diagram




### 3. Bending Moment Capacity


	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	19	15	13
Moment (M <sub>Ed</sub> )	140.77	176.88	276.74
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	283.01	283.01	283.01
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.4974	0.6250	0.9779
Neutral Axis (x/d)	0.1680	0.1680	0.1680
(+) Load Combination No.	15	12	12
Moment (M <sub>Ed</sub> )	163.16	167.57	266.42
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	283.01	283.01	283.01
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.5765	0.5921	0.9414
Neutral Axis (x/d)	0.1680	0.1680	0.1680
Using Rebar Top (A <sub>s_top</sub> )	0.0018	0.0018	0.0018
Using Rebar Bot (A <sub>s_bot</sub> )	0.0018	0.0018	0.0018

### 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	15	15	15
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	121.19	114.12	102.83
Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )	125.72	125.72	125.72
Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> )	350.20	350.20	350.20
Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rdmax</sub> )	785.40	785.40	785.40
Using Shear Reinf. (A <sub>sw</sub> )	0.0023	0.0023	0.0023
Using Stirrups Spacing	2-P12 @100	2-P12 @100	2-P12 @100
Shear Ratio by Conc	0.9640	0.9077	0.8179
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	0.3461	0.3259	0.2936
Check Ratio	0.9640	0.9077	0.8179

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA NP00</p>	<p>LOTTO 00 D Z2</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0200 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 36 di 54</p>

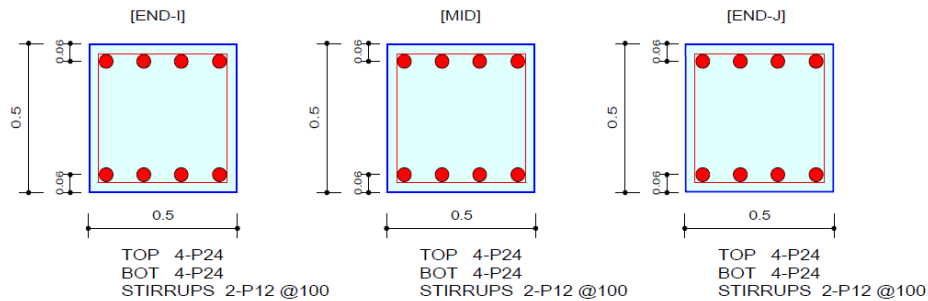
**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\... \FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**1. Design Information**

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2018	Unit System	kN, m
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Section Property	C50x50 (No : 1)	Beam Span	4.1m

**2. Section Diagram**




**3. Stress Check**


	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	50(C)	50(C)	48(C)	48(C)	44(C)	44(C)
Stress(s)	-6192.84	-148237.17	-7737.66	-187046.80	-12072.54	-293253.94
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3686	0.4118	0.4606	0.5196	0.7186	0.8146
(+) Load Combination No.	48(C)	48(C)	43(C)	43(C)	43(C)	43(C)
Stress(s)	7341.46	168908.17	7260.10	178452.30	11542.78	283720.16
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.4370	0.4692	0.4321	0.4957	0.6871	0.7881

**4. Check Linear Creep**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	-4528.88	-5884.10	-9355.10
Allowable Stress(sa)	12600.00	12600.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3594	0.4670	0.7425
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	4528.88	5884.10	9355.10
Allowable Stress(sa)	12600.00	12600.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3594	0.4670	0.7425
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>37 di 54</p>

**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**5. Crack Control**


	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.3719	0.5479	0.9985
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.3719	0.5479	0.9985

**6. Deflection Control**

L/250 = 0.016400 > 0.0000 (LCB:52, POS: 3.0m from END-I)..... O.K

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>			COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0200 001	REV. B	FOGLIO 38 di 54

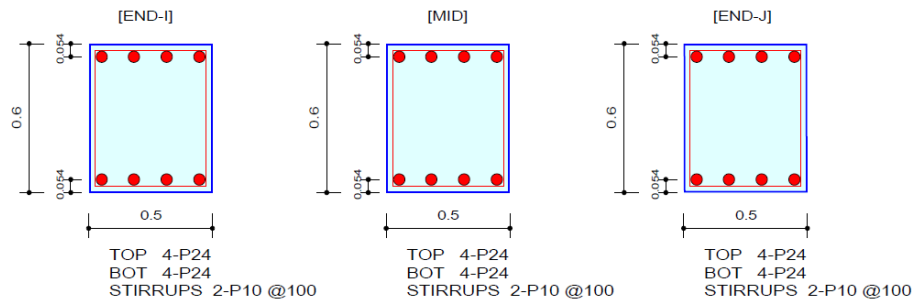
## midas Gen RC Beam Strength Checking Result

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\... \FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

### 1. Design Information

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2018	Unit System	kN, m
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Section Property	T50x60 (No : 2)	Beam Span	8m

### 2. Section Diagram






### 3. Bending Moment Capacity


	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	12	13	13
Moment (M_Ed)	270.31	70.18	280.72
Factored Strength (M_Rd)	356.84	356.84	356.84
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.7575	0.1967	0.7867
Neutral Axis (x/d)	0.1279	0.1279	0.1279
(+) Load Combination No.	13	12	13
Moment (M_Ed)	173.87	335.78	167.52
Factored Strength (M_Rd)	356.84	356.84	356.84
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.4873	0.9410	0.4695
Neutral Axis (x/d)	0.1279	0.1279	0.1279
Using Rebar Top (As_top)	0.0018	0.0018	0.0018
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0018	0.0018	0.0018

### 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	19	1	13
Factored Shear Force (V_Ed)	136.98	134.73	295.51
Shear Strength by Conc.(V_Rdc)	139.19	139.19	139.19
Shear Strength by Rebar.(V_Rds)	303.81	303.81	303.81
Shear Strength by Rebar.(V_Rdmax)	974.61	974.61	974.61
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0016	0.0016	0.0016
Using Stirrups Spacing	2-P10 @100	2-P10 @100	2-P10 @100
Shear Ratio by Conc	0.9841	0.9679	2.1231
Shear Ratio by (V_Rds ; V_Rdmax)	0.4509	0.4434	0.9727
Check Ratio	0.9841	0.9679	0.9727

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>39 di 54</p>

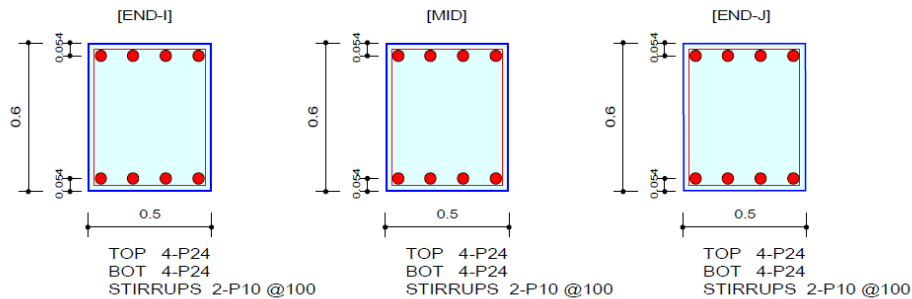
**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**1. Design Information**

Design Code Eurocode2:04 & NTC2018 Unit System kN, m  
 Material Data fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa  
 Section Property T50x60 (No : 2) Beam Span 8m

**2. Section Diagram**






**3. Stress Check**


	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	43(C)	43(C)	65(Q)	65(Q)	44(C)	44(C)
Stress(s)	-8147.72	-227948.33	0.00	0.00	-8520.87	-235595.14
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	0.00	0.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.4850	0.6332	0.0000	0.0000	0.5072	0.6544
(+) Load Combination No.	44(C)	44(C)	43(C)	43(C)	44(C)	44(C)
Stress(s)	5273.30	146001.98	10163.81	282337.92	5045.73	141338.37
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3139	0.4056	0.6050	0.7843	0.3003	0.3926

**4. Check Linear Creep**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	-6593.15	0.00	-6593.15
Allowable Stress(sa)	12600.00	0.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.5233	0.0000	0.5233
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	4101.86	8006.78	4101.86
Allowable Stress(sa)	12600.00	12600.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.3255	0.6355	0.3255
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>40 di 54</p>

**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb



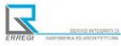
**5. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.7276	0.0000	0.7276
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.3632	0.9344	0.3632


**6. Deflection Control**

L/250 = 0.032000 > 0.0048 (LCB:44, POS: 4.0m from END-I)..... O.K



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA NP00</p>	<p>LOTTO 00 D Z2</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0200 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 41 di 54</p>

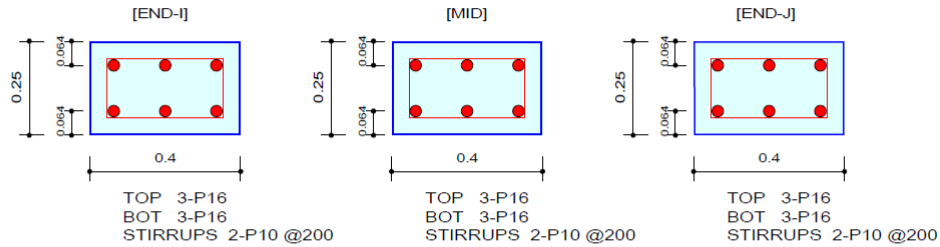
**midas Gen RC Beam Strength Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**1. Design Information**

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2018	Unit System	kN, m
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Section Property	T40x25 (No : 3)	Beam Span	6.15m

**2. Section Diagram**







**3. Bending Moment Capacity**


	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	14	14	14
Moment (M_Ed)	25.94	7.33	29.31
Factored Strength (M_Rd)	40.65	40.65	40.65
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.6380	0.1803	0.7211
Neutral Axis (x/d)	0.3057	0.3057	0.3057
(+) Load Combination No.	14	14	14
Moment (M_Ed)	12.97	14.48	14.66
Factored Strength (M_Rd)	40.65	40.65	40.65
Check Ratio (M_Ed/M_Rd)	0.3190	0.3561	0.3605
Neutral Axis (x/d)	0.3057	0.3057	0.3057
Using Rebar Top (As_top)	0.0006	0.0006	0.0006
Using Rebar Bot (As_bot)	0.0006	0.0006	0.0006

**4. Shear Capacity**

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	14	31	14
Factored Shear Force (V_Ed)	25.88	16.03	26.99
Shear Strength by Conc.(V_Rdc)	50.55	50.55	50.55
Shear Strength by Rebar.(V_Rds)	51.75	51.75	51.75
Shear Strength by Rebar.(V_Rdmax)	265.61	265.61	265.61
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0008	0.0008	0.0008
Using Stirrups Spacing	2-P10 @200	2-P10 @200	2-P10 @200
Shear Ratio by Conc	0.5120	0.3171	0.5338
Shear Ratio by (V_Rds ; V_Rdmax)	0.5002	0.3098	0.5215
Check Ratio	0.5120	0.3171	0.5338

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SEMPRE INNOVANDO INFORMATICA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA NP00</p>	<p>LOTTO 00 D Z2</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0200 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 42 di 54</p>

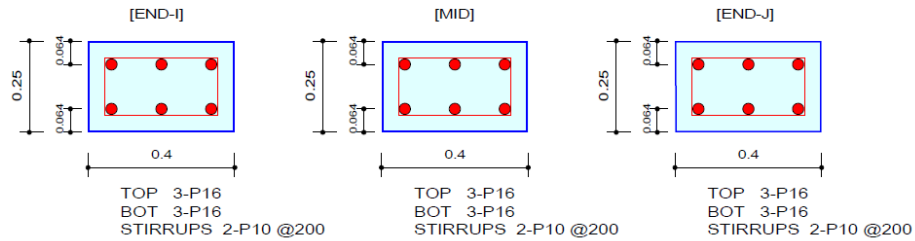
**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**1. Design Information**

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2018	Unit System	kN, m
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Section Property	T40x25 (No : 3)	Beam Span	6.15m

**2. Section Diagram**


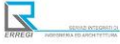



**3. Stress Check**


	END-I		MID		END-J	
	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar	Concrete	Rebar
(-) Load Combination No.	47(C)	47(C)	49(C)	49(C)	47(C)	47(C)
Stress(s)	-9718.42	-185055.59	603.53	3646.43	-11073.56	-206736.72
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.5785	0.5140	0.0359	0.0101	0.6591	0.5743
(+) Load Combination No.	49(C)	49(C)	47(C)	47(C)	49(C)	49(C)
Stress(s)	1224.39	7397.50	2240.43	13536.21	1722.21	10405.25
Allowable Stress(sa)	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00	16800.00	360000.00
Stress Ratio(s/sa)	0.0729	0.0205	0.1334	0.0376	0.1025	0.0289

**4. Check Linear Creep**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	2233.20	0.00	2233.20
Allowable Stress(sa)	12600.00	0.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.1772	0.0000	0.1772
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Stress(s)	649.69	980.41	649.69
Allowable Stress(sa)	12600.00	12600.00	12600.00
Stress Ratio(s/sa)	0.0516	0.0778	0.0516
Result	Linear Creep	Linear Creep	Linear Creep

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>43 di 54</p>

**midas Gen RC Beam Serviceability Checking Result**

	Company		Project Title	
	Author		File Name	C:\...FILIPPO\MIDAS\SSE-2_01.mgb

**5. Crack Control**

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	65(Q)	63(F)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.0406	0.0015	0.0406
(+) Load Combination No.	65(Q)	65(Q)	65(Q)
Crack Width(w)	0.00	0.00	0.00
Allowable Crack Width(wa)	0.00	0.00	0.00
Check Ratio(w/wa)	0.0118	0.0178	0.0118

**6. Deflection Control**

L/250 = 0.024600 > 0.0016 (LCB:47, POS: 3.1m from END-I)..... O.K

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MANDANTE	MANDANTE	MANDANTE						
 <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	 <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	 <p>SWISS</p>	NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	44 di 54
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>								

## 6.5 Verifiche geotecniche della fondazione

La verifica della fondazione verrà effettuata per gli stati limite di stabilità globale e per gli stati limite di collasso per carico limite del sistema fondazione-terreno.

La verifica di stabilità globale verrà effettuata secondo le combinazioni di equilibrio EQU e secondo le combinazioni SLU GEO. Il rapporto tra azione stabilizzante e azione ribaltante dovrà essere maggiore ad 1 per gli stati limite di equilibrio EQU e 1.1 (Tabella 6.8.I delle NTC 2018) per gli stati limite STR GEO (A2+M2+R2).

I dati geometrici e meccanici della fondazione sono i seguenti:

DATI GEOMETRICI						POSIZIONE DEI PILASTRI	
<b>FONDAZIONE PLINTO</b>						x1	-6,15 m
Baggiolo						x2	0 m
bx	12,9 m	h <sub>1</sub>	1 m			x3	6,15 m
by	0,6 m						
Platea				W <sub>long</sub>	47,61 m <sup>3</sup>		
Bx	13,8 m	h <sub>2</sub>	0,6 m	W <sub>trasv</sub>	5,18 m <sup>4</sup>		
By	1,5 m	H	1,6 m	A <sub>impronta</sub>	20,7 m <sup>2</sup>		
		V <sub>Fond</sub>	20,16 m <sup>3</sup>	P <sub>Fond</sub>	504 kN		
<b>TAMPONATURA</b>							
γ <sub>tamp</sub>	3,15 kN/m <sup>2</sup>	A <sub>tamp</sub>	48,9 m <sup>2</sup>	P <sub>tamp</sub>	154,035 kN		
<b>RICOPRIMENTO</b>							
γ <sub>R</sub>	20 kN/m <sup>3</sup>	V <sub>Fond</sub>	12,96 m <sup>3</sup>	P <sub>Fond</sub>	259,2 kN		
h <sub>t</sub>	1 m	H <sub>t</sub>	1,7 m				
<b>TERRENO 1° Strato</b>							
γ <sub>t</sub>	18 kN/m <sup>3</sup>			γ <sub>H2O</sub>	10 kN/m <sup>3</sup>	FALDA	
c'	0 kPa			γ' <sub>t</sub>	8 kN/m <sup>3</sup>		
φ'	28 °		0,489 rad				

Di seguito si riportano le verifiche di stabilità per le combinazioni maggiormente rilevanti.

Load	RISULTANTI INTRADOSSO FONDAZIONE					VERIFICA A RIBALTAMENTO				CHECK
	F <sub>X,FOND</sub>	F <sub>Y,FOND</sub>	F <sub>Z,FOND</sub>	M <sub>long,FOND</sub>	M <sub>trasv,FOND</sub>	M <sub>rib,trasv</sub>	M <sub>stab,trasv</sub>	η <sub>trasv</sub>		
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	-		
gLCB15	0,0	-268,5	1551,0	0,0	-801,2	801,2	1163,3	1,5	OK	
fLCB15	0,0	-215,4	1516,9	0,0	-643,6	643,6	1137,7	1,8	OK	

Per la valutazione del carico limite del sistema fondazione-terreno l'analisi geotecnica verrà effettuata secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) utilizzando le combinazioni SLU STR e SISMA e secondo l'approccio 1 combinazione 2 (A2+M2+R2) utilizzando le combinazioni SLU GEO.

Di seguito si riportano le pressioni massime agenti all'intradosso della fondazione calcolate secondo il metodo di Meyerhoff dell'area ridotta per effetto dell'eccentricità del carico verticale.

Load	RISULTANTI INTRADOSSO FONDAZIONE						e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	B <sub>x</sub> '	B <sub>y</sub> '	A'	σ <sub>t</sub>
	F <sub>X,FOND</sub>	F <sub>Y,FOND</sub>	F <sub>Z,FOND</sub>	M <sub>long,FOND</sub>	M <sub>trasv,FOND</sub>							
	kN	kN	kN	kNm	kNm	m	m	m	m	m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	
cLCB15	0,0	-268,5	2041,9	0,0	-801,2	0,0	0,4	13,8	0,72	9,9	206,9	
fLCB15	0,0	-215,4	1516,9	0,0	-643,6	0,0	0,4	13,8	0,65	9,0	168,7	
cLCB26	19,9	-65,3	1462,8	96,5	-456,4	0,1	0,3	13,7	0,88	12,0	122,2	

 MANDATARIA  MANDANTE  MANDANTE  MANDANTE	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">FA0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">45 di 54</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	45 di 54
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	CL	FA0200 001	B	45 di 54								

Di seguito si riportano le verifiche geotecniche della capacità portante della fondazione calcolate secondo la formula generale proposta da Vesic (1975).

**VERIFICA PORTANZA SUL BARICENTRO DELLA FONDAZIONE - VESIC**

**APPROCCIO 2**

**COEFFICIENTI PARZIALI - (STR-A1)**

$\gamma_{G1}$	1,3	<i>Sfavorevole</i>
$\gamma_{G2}$	1,5	<i>Sfavorevole</i>

**COEFFICIENTI PARZIALI - (M1)**

$\gamma_{\phi'}$	1
$\gamma_{c'}$	1

**COEFFICIENTI PARZIALI - (R3)**

$\gamma_R$	2,3
------------	-----

$N_{Sd}$	2042 kN
$F_{l,Sd}$	0,0 kN
$F_{t,Sd}$	-268,5 kN
$B_{x'}$	13,80 m
$B_{y'}$	0,72 m
$F_{Sd,tot}$	269 kN
$\gamma'_t$	8 kN/m <sup>3</sup>
$\tan\phi'/\gamma_{\phi'}$	0,5317
$\phi'$	0,489 rad
$c'/\gamma_{c'}$	0 kPa
$\theta$	90 °
$\theta$	1,571 rad
$N_c$	25,8
$N_q$	14,7
$N_y$	14,6
$s_c$	1,03
$s_q$	1,03
$s_y$	0,98
$d_c$	1,38
$d_q$	1,35
$d_y$	1,00
$m$	1,95
$m_t$	1,95
$m_l$	1,05
$i_q$	0,76
$i_y$	0,66
$i_c$	0,73
$q$	503 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}$	219 kN/m <sup>2</sup>
$q_{max}$	206,9 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}/q_{max}$	1,06 ≥ 1

**APPROCCIO 1 - COMBO 2**

**COEFFICIENTI PARZIALI - (GEO-A2)**

$\gamma_{G1}$	1	<i>Sfavorevole</i>
$\gamma_{G2}$	1,3	<i>Sfavorevole</i>

**COEFFICIENTI PARZIALI - (M2)**

$\gamma_{\phi'}$	1,25
$\gamma_{c'}$	1,25

**COEFFICIENTI PARZIALI - (R2)**

$\gamma_R$	1,1
------------	-----

$N_{Sd}$	1516,9 kN
$F_{l,Sd}$	0,0 kN
$F_{t,Sd}$	-215,4 kN
$B_{x'}$	13,80 m
$B_{y'}$	0,65 m
$F_{Sd,tot}$	215 kN
$\gamma'_t$	8 kN/m <sup>3</sup>
$\tan\phi'/\gamma_{\phi'}$	0,4254
$\phi'$	0,402 rad
$c'/\gamma_{c'}$	0 kPa
$\theta$	90 °
$\theta$	1,571 rad
$N_c$	18,1
$N_q$	8,7
$N_y$	6,6
$s_c$	1,02
$s_q$	1,02
$s_y$	0,98
$d_c$	1,43
$d_q$	1,38
$d_y$	1,00
$m$	1,95
$m_t$	1,95
$m_l$	1,05
$i_q$	0,74
$i_y$	0,64
$i_c$	0,68
$q$	290 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}$	263 kN/m <sup>2</sup>
$q_{max}$	168,7 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}/q_{max}$	1,56 ≥ 1

**APPROCCIO 2 - SISMA**

**COEFFICIENTI PARZIALI - (STR-A1)**

$\gamma_{G1}$	1	<i>Sfavorevole</i>
$\gamma_{G2}$	1	<i>Sfavorevole</i>

**COEFFICIENTI PARZIALI - (M1)**

$\gamma_{\phi'}$	1
$\gamma_{c'}$	1

**COEFFICIENTI PARZIALI - (R3)**

$\gamma_R$	2,3
------------	-----

$N_{Sd}$	1462,8 kN
$F_{l,Sd}$	20 kN
$F_{t,Sd}$	-65,3 kN
$B_{x'}$	13,67 m
$B_{y'}$	0,88 m
$F_{Sd,tot}$	68 kN
$\gamma'_t$	8 kN/m <sup>3</sup>
$\tan\phi'/\gamma_{\phi'}$	0,5317
$\phi'$	0,489 rad
$c'/\gamma_{c'}$	0 kPa
$\theta$	-1 °
$\theta$	-0,022 rad
$N_c$	25,8
$N_q$	14,7
$N_y$	14,6
$s_c$	1,04
$s_q$	1,03
$s_y$	0,97
$d_c$	1,35
$d_q$	1,33
$d_y$	1,00
$m$	1,06
$m_t$	1,94
$m_l$	1,06
$i_q$	0,95
$i_y$	0,91
$i_c$	0,95
$q$	634 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}$	275 kN/m <sup>2</sup>
$q_{max}$	122,2 kN/m <sup>2</sup>
$q_{lim}/q_{max}$	2,25 ≥ 1

**VERIFICATO**

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>46 di 54</p>

## 6.1 Verifiche strutturali della fondazione

La fondazione verrà verificata per gli stati limite ultimi SLU di resistenza della sezione e per gli stati limite di esercizio SLE per la fessurazione.

Di seguito si riportano le pressioni massime agenti all'intradosso della fondazione agli SLU ed agli SLE.

Load	RISULTANTI INTRADOSSO FONDAZIONE					$e_x$	$e_y$	$B_x'$	$B_y'$	$A'$	$\sigma_t$
	$F_{X,FOND}$	$F_{Y,FOND}$	$F_{Z,FOND}$	$M_{long,FOND}$	$M_{trasv,FOND}$						
	kN	kN	kN	kNm	kNm						
cLCB15	0,0	-268,5	2041,9	0,0	-801,2	0,0	0,4	13,8	0,72	9,9	206,9
cLCB48	0,0	-197,2	1496,7	0,0	-587,6	0,0	0,4	13,8	0,7	9,9	151,7
cLCB62	0,0	-150,0	1446,8	0,0	-442,3	0,0	0,3	13,8	0,9	12,3	118,0
cLCB65	0,0	-136,6	1429,4	0,0	-401,1	0,0	0,3	13,8	0,9	13,0	110,3

Si valutano le sollecitazioni sulla fondazione modellata come trave continua su più appoggi con i seguenti carichi agenti:

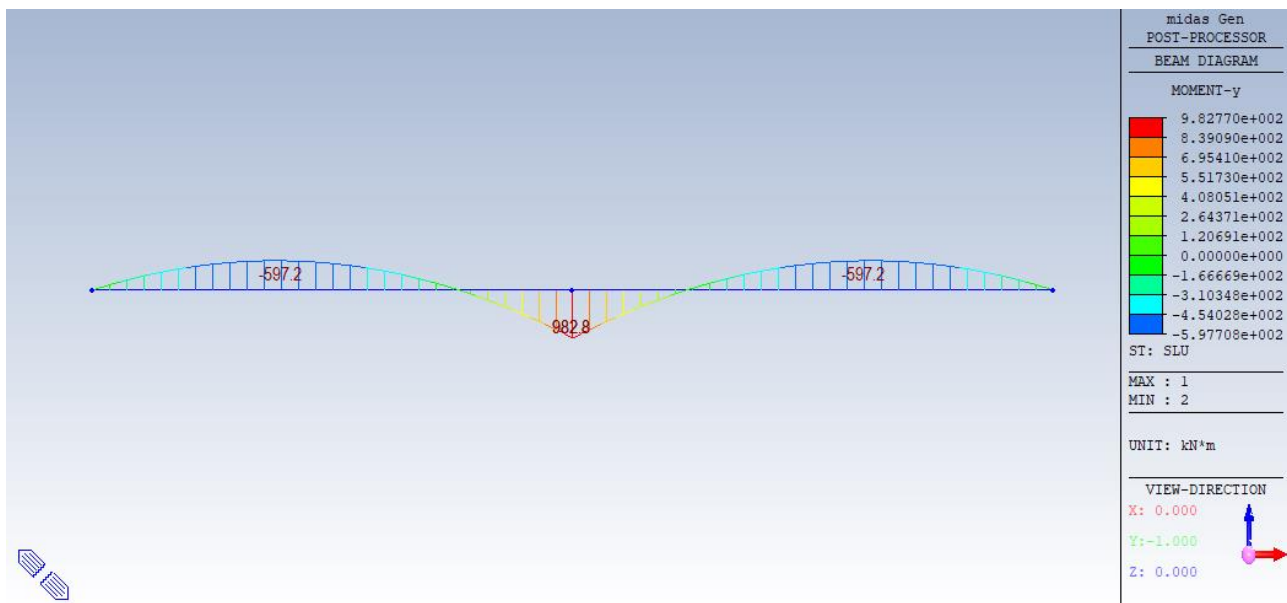
$$p_{SLU} = 206.9 \text{ kN/m}^2 \times 1.5 \text{ m} - 1.3 \times (504 \text{ kN} + 259.2 \text{ kN} + 154) / 12.9 \text{ m} = 218 \text{ kN/m}$$

$$p_{SLE\_Rara} = 151.7 \text{ kN/m}^2 \times 1.5 \text{ m} - 1.0 \times (504 \text{ kN} + 259.2 \text{ kN} + 154) / 12.9 \text{ m} = 156.4 \text{ kN/m}$$




$$p_{SLE\_Freq} = 118 \text{ kN/m}^2 \times 1.5 \text{ m} - 1.0 \times (504 \text{ kN} + 259.2 \text{ kN} + 154) / 12.9 \text{ m} = 106 \text{ kN/m}$$

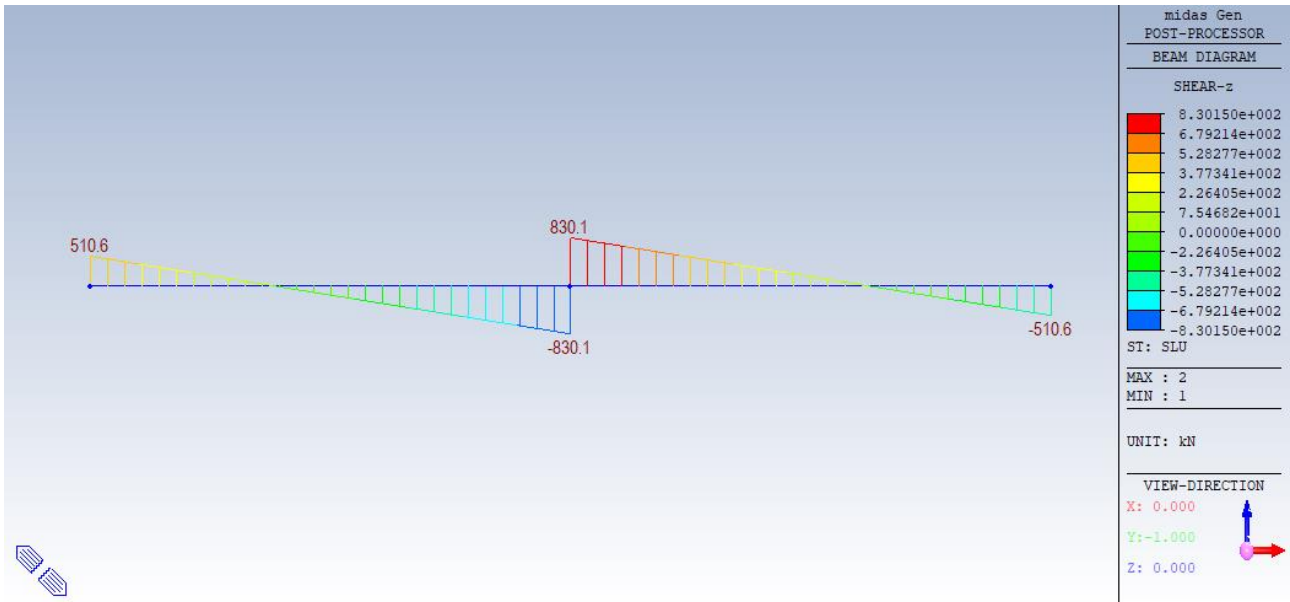
$$p_{SLE\_QP} = 110.3 \text{ kN/m}^2 \times 1.5 \text{ m} - 1.0 \times (504 \text{ kN} + 259.2 \text{ kN} + 154) / 12.9 \text{ m} = 94.3 \text{ kN/m}$$

Le sollecitazioni agenti sulla fondazione sono le seguenti.

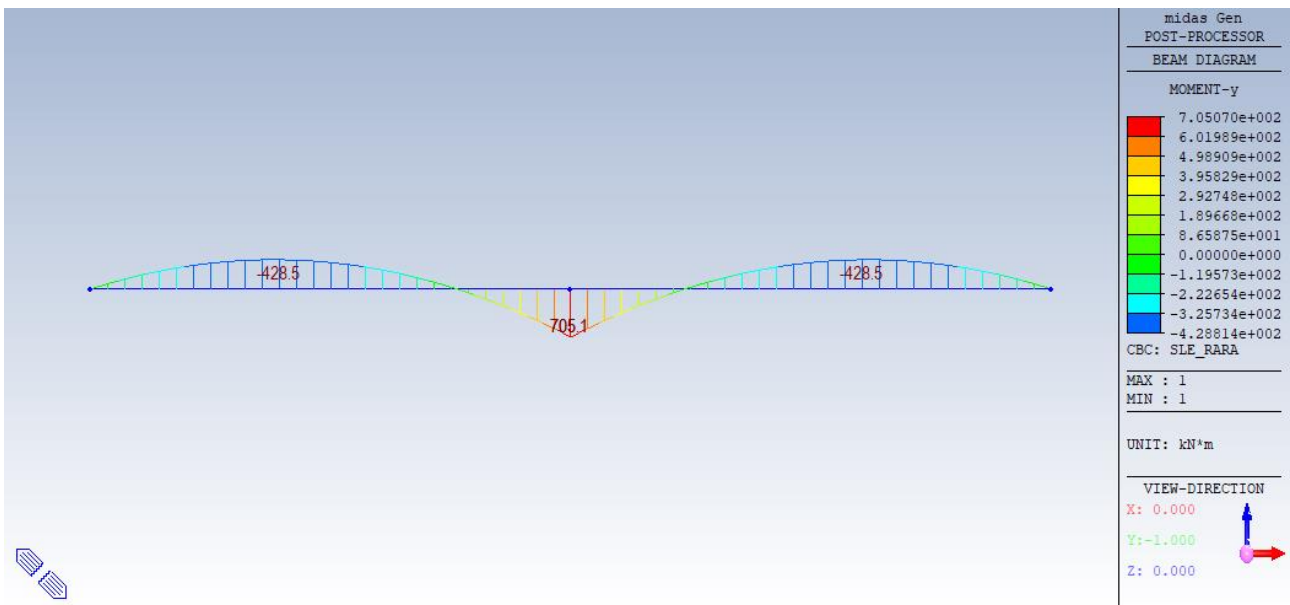


5. cLCB15 - Combinazione SLU – Momento flettente  $M_y$




<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>47 di 54</p>
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>								

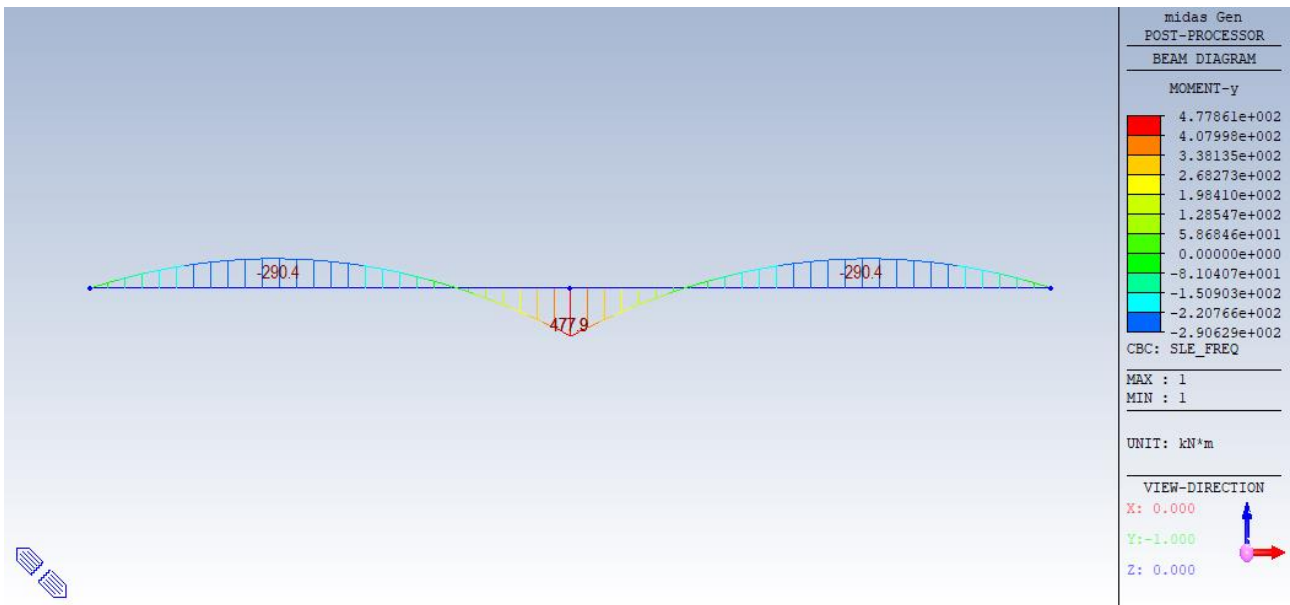


6. cLCB15 - Combinazione SLU – Taglio Fz

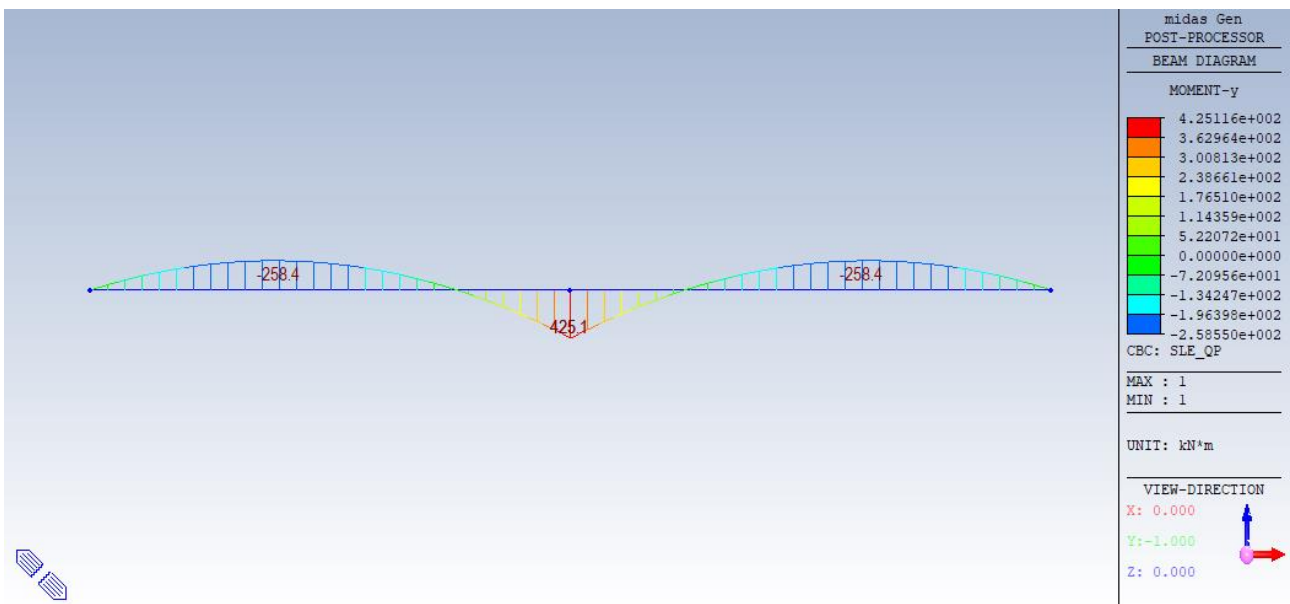


7. cLCB48 - Combinazione SLE Rara – Momento flettente My

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>48 di 54</b></p>



8. cLCB62 - Combinazione SLE Frequente – Momento flettente My



9. cLCB65 - Combinazione SLE Quasi permanente – Momento flettente My



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRE-01</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>49 di 54</p>

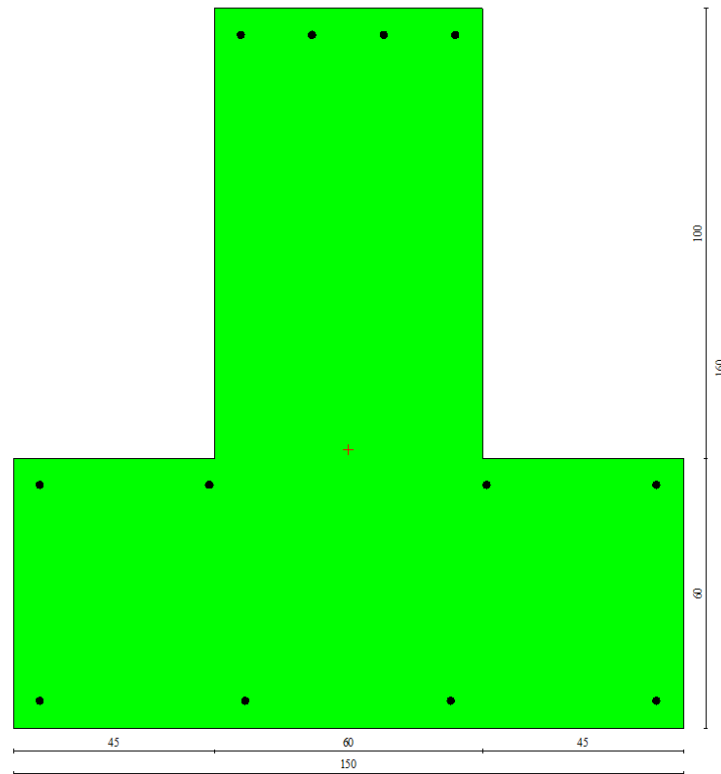
Di seguitosi riportano le verifiche strutturali agli stati limite ultimi SLU ed agli stati limite di esercizio SLE della fondazione.

VERIFICA STRUTTURALE:

**C= 4 cm (copriferro)**

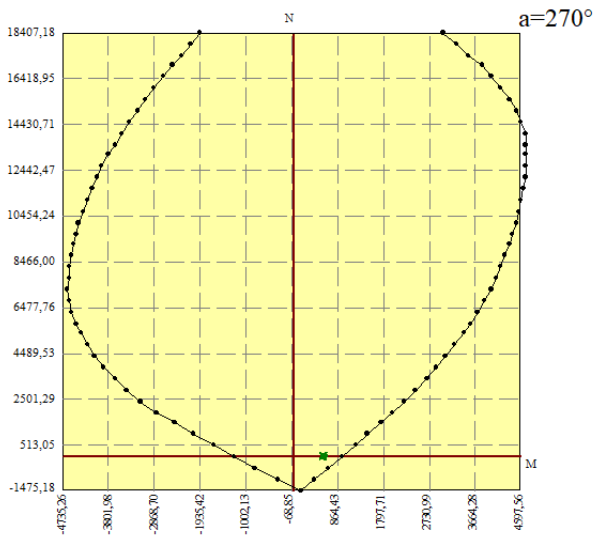
**Armatura superiore 4Ø20**

**Armatura inferiore 4Ø20**



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>FA0200 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>B</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>50 di 54</b></p>

Diagramma M - N



**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN    Ty = 0,0000 kN    Tx = 0,0000 kN

Mytot = -597,2000 kNm    Mxtot = 0,0000 kNm    Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** Verifica di dominio (SLU)

..

Sollecitazioni ultime    Dominio 3D    Momento-Curvatura

N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	FS
0,0000	0,0000	-980,8714	<b>1,642</b>

N = 0,0000 kN    Mx = 0,0000 kNm    My = -980,8714 kNm    FS = 1,642

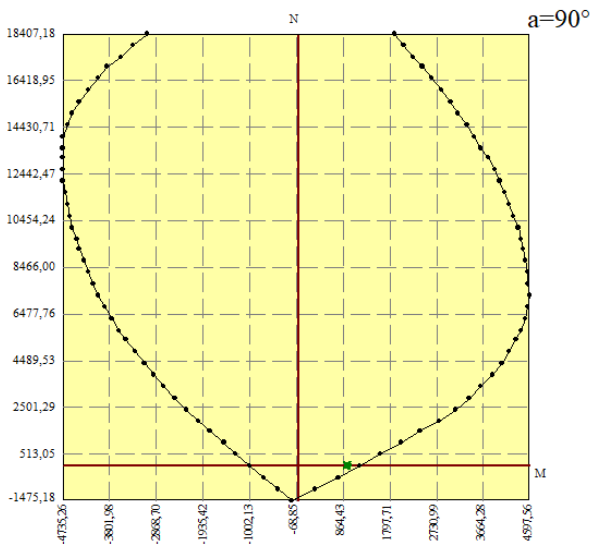
FSmin = 1,642

**Fondazione long**    << >>    **Comb. n° 1**    << >>

Sezione calcolata     Combinazione calcolata

Chiudi    Help

Diagramma M - N



**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN    Ty = 0,0000 kN    Tx = 0,0000 kN

Mytot = 983,0000 kNm    Mxtot = 0,0000 kNm    Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** Verifica di dominio (SLU)

..

Sollecitazioni ultime    Dominio 3D    Momento-Curvatura

N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	FS
0,0000	0,0000	1217,1756	<b>1,238</b>


N = 0,0000 kN    Mx = 0,0000 kNm    My = 1217,1756 kNm    FS = 1,238

FSmin = 1,238

**Fondazione long**    << >>    **Comb. n° 2**    << >>

Sezione calcolata     Combinazione calcolata



Chiudi    Help

MANDATARIA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>							
MANDANTE  ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  SERVIZIO PROGETTAZIONE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA	MANDANTE  PINI SWISS						
<b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b>			COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA0200 001	REV. B	FOGLIO 51 di 54

## VERIFICA A TAGLIO

$V_{max} = 830.1 \text{ kN m}$

CARATTERISTICHE MATERIALI			
ACCIAIO			
$f_y$	450	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio
$f_{y,d}$	391,30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio
CLS			
$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ctd}$	1,22	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a trazione del cls
$f_{cd}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a compressione del cls
$f'_{cd}$	7,06	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
SOLLECITAZIONI			
$V_{Ed}$	830	kN	Taglio di calcolo allo stato limite ultimo
DATI SEZIONE RESISTENTE			
$b_w$	600	mm	Larghezza della membratura resistente al taglio
$H$	1600	mm	Altezza totale della sezione
$c$	50	mm	Copriferro
$d$	1550	mm	Altezza utile della sezione
DATI ARMATURA			
Staffe	10	mm	Diametro staffe
$A_{sw}$	78,5	mm <sup>2</sup>	Area delle staffe
$n_b$	2		Numero delle braccia
$s$	100	mm	Passo delle staffe
VERIFICA DELL'ARMATURA A TAGLIO			
$\alpha$	90	°	Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
$\theta$	45	°	Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse dell'elemento
$\alpha_c$	1		Coefficiente maggiorativo da normativa
$V_{Rsd}$	858	kN	Resistenza a "taglio trazione"
$V_{Rcd}$	2955	kN	Resistenza a "taglio compressione"
$V_{Rd}$	858	kN	ok
			$V_{Ed} \leq V_{Rd}$

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>		<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>		<p>MANDANTE</p> 		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>				<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>52 di 54</p>		

VERIFICA TENSIONALE:

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN

Mytot = 705,0000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --

Verifica tensionale (SLE Rara)

Tensioni

**Verifica soddisfatta**

**Tensioni cls e armatura**

$\sigma_{c-max}$  = 4,964 MPa       $\sigma_{f-max}$  = 60,727 MPa

$\sigma_{c-min}$  = -19,452 MPa       $\sigma_{f-min}$  = -278,050 MPa

$\tau_{nn}$  = 0,000 MPa

**Asse neutro**

Xc = 32,529 cm      Inclinazione 0,000 °

Intersezioni (-45,00 ; 127,47) (105,00 ; 127,47)

**Fondazione long**      << >>      **Comb. n° 3**      << >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN

Mytot = -428,5000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --

Verifica tensionale (SLE Rara)

Tensioni

**Verifica soddisfatta**

**Tensioni cls e armatura**

$\sigma_{c-max}$  = 2,093 MPa       $\sigma_{f-max}$  = 21,842 MPa

$\sigma_{c-min}$  = -14,881 MPa       $\sigma_{f-min}$  = -213,667 MPa

$\tau_{nn}$  = 0,000 MPa

**Asse neutro**



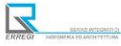

Xc = 19,726 cm      Inclinazione 0,000 °

Intersezioni (105,00 ; 19,73) (-45,00 ; 19,73)

**Fondazione long**      << >>      **Comb. n° 4**      << >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA DI ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA NP00</p>	<p>LOTTO 00 D Z2</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA0200 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 53 di 54</p>

VERIFICA A FESSURAZIONE – SLE Frequente:

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN  
Mytot = -290,4000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --  
Verifica tensionale (SLE Frequente)

Tensioni    Fessurazione

**Verifica soddisfatta**

Momento prima fessurazione      My = -609,6449 kNm  
Tensione acciaio      = -303,994 MPa  
Tensione di trazione cls      = -21,172 MPa  
Area efficace a trazione      = 4208,22 cmq

Epsm (%) = 0,0000  
Srm = 0,000 mm  
W = 0,000 mm      Wlim = 0,400 mm

**Fondazione long**      <<    >>      **Comb. n° 5**      <<    >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN  
Mytot = 478,0000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --  
Verifica tensionale (SLE Frequente)

Tensioni    Fessurazione

**Verifica soddisfatta**

Momento prima fessurazione      My = 955,0748 kNm  
Tensione acciaio      = -376,679 MPa  
Tensione di trazione cls      = -26,352 MPa  
Area efficace a trazione      = 6750,00 cmq

Epsm (%) = 0,0000  
Srm = 0,000 mm  
W = 0,000 mm      Wlim = 0,400 mm

**Fondazione long**      <<    >>      **Comb. n° 6**      <<    >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTRETI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE DI CALCOLO SSE02 FORCELLINI</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>FA0200 001</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>	<p>FOGLIO</p> <p>54 di 54</p>

VERIFICA A FESSURAZIONE – SLE Quasi Permanente:

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN  
Mytot = -258,0000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --  
Verifica tensionale (SLE Quasi permanente)

Tensioni    Fessurazione

**Verifica soddisfatta**

Momento prima fessurazione      My = -609,6449 kNm  
Tensione acciaio      = -303,994 MPa  
Tensione di trazione cls      = -21,172 MPa  
Area efficace a trazione      = 4208,22 cmq

Epsm (%)      = 0,0000  
Srm      = 0,000 mm  
W      = 0,000 mm      Wlim      = 0,300 mm

**Fondazione long**      <<    >>      **Comb. n° 7**      <<    >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help

**Risultati**

**Sollecitazioni applicate**

N = 0,0000 kN      Ty = 0,0000 kN      Tx = 0,0000 kN  
Mytot = 425,0000 kNm      Mxtot = 0,0000 kNm      Mt = 0,0000 kNm

**Verifiche eseguite:** --  
Verifica tensionale (SLE Quasi permanente)

Tensioni    Fessurazione

**Verifica soddisfatta**

Momento prima fessurazione      My = 955,0748 kNm  
Tensione acciaio      = -376,679 MPa  
Tensione di trazione cls      = -26,352 MPa  
Area efficace a trazione      = 6750,00 cmq

Epsm (%)      = 0,0000  
Srm      = 0,000 mm  
W      = 0,000 mm      Wlim      = 0,300 mm

**Fondazione long**      <<    >>      **Comb. n° 8**      <<    >>

**Sezione calcolata**      **Combinazione calcolata**

Chiudi      Help