

## Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:

**SYSTRA**

**SOTECNI**  
SYSTRA GROUP



**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA  
PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI  
COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C**

### LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

## Opere d'arte Relazione di calcolo preliminare Viadotti

COMUNE DI FIRENZE  
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO FRA  
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



#### Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)  
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)  
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)  
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)  
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)  
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)  
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotramviario Studi Trasportistici)  
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)  
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)  
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)  
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)  
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)  
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)  
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)  
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)  
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)  
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)  
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)  
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)  
Ing. A. Lucioni (CAM)  
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

COMMESSA	LINEA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B382	42	SF	STR	RT003	B	-	B382-4.2-SF-STR-RT003-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Dicembre 2019	EMISSIONE	SANNA	DI IULLO	MARCHETTI
1	Giugno 2020	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIE	SANNA	DI IULLO	MARCHETTI
2					



Comune  
di Firenze

---

- SOMMARIO
- 1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO ..... 5
- 2. NORMATIVA ..... 10
- 3. MATERIALI E RESISTENZA DI CALCOLO ..... 12
- 4. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA E DELLA CATEGORIA DI SUOLO ..... 14
- 4.1 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE OPERE IN PROGETTO ..... 14
- 4.2 DETERMINAZIONE CATEGORIA DI SUOLO ..... 14
- 4.3 DEFINIZIONE VALORI DI ACCELERAZIONE SU SUOLO RIGIDO ..... 14
- 4.4 ACCELERAZIONI SISMICHE PER COMBINAZIONI SLV, SLD, SLO ..... 17
- 5. VALUTAZIONE DEI CARICHI AGENTI ..... 18
- 6. MODELLAZIONE FEM ..... 22
- 6.1 DEFINIZIONI MODELLO FEM ..... 26
- 7. FASI COSTRUTTIVE ..... 31
- 8. RISULTATI FEM ..... 35
- 8.1 FASE COSTRUTTIVA 1) – SOLO CASSONE METALLICO ..... 35
- 8.2 FASE COSTRUTTIVA 2) – GETTO SOLETTA – SOLETTA NON COLLABORANTE ..... 37
- 8.3 FASE COSTRUTTIVA 3) – TEMPO INFINITO (ESERCIZIO) CON SOLETTA COLLABORANTE E  $\square=2$  ..... 39
- 8.4 FASE COSTRUTTIVA 4) – ACCIDENTALI CON SOLETTA COLLABORANTE E  $\square=0$  ..... 41
- 8.5 FASE COSTRUTTIVA 4) – SISMA CON SOLETTA COLLABORANTE E  $\square=0$  ..... 42
- 9. VERIFICHE CASSONE ..... 44



Comune  
di Firenze

---

9.1 VERIFICHE SLU .....	44
9.2 VERIFICHE SPICCATO PILA.....	45
10. VERIFICHE FONDAZIONE PILA .....	48
10.1 GEOMETRIA ELEVAZIONE .....	48
10.2 GEOMETRIA FONDAZIONE.....	48
10.3 AZIONI CARATTERISTICHE IMPALCATO .....	50
10.4 AZIONI SISMICHE SPICCATO PILA .....	50
10.5 COMBINAZIONI SLU AL BARICENTRO PALIFICATA .....	50
10.6 SOLLECITAZIONI SLU SUI PALI DI FONDAZIONE .....	51
10.7 VERIFICA SLU PALO .....	52
10.8 VERIFICA SLU PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA LONGITUDINALE.....	54
10.9 VERIFICA SLU PLATEA DI FONDAZIONE – UNGHIA TRASVERSALE .....	54
11. VERIFICHE SPALLA .....	55
11.1 GEOMETRIA SPALLA.....	55
11.1.1 Muro frontale.....	55
11.1.2 Muro paraghiaia.....	56
11.1.3 Muri risolto .....	56
11.1.4 Platea di fondazione .....	56
11.1.5 Palificata .....	56
11.1.6 Azioni caratteristiche impalcato .....	57
11.1.7 Azioni sismiche impalcato.....	57



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

---

11.1.8	<i>Azioni sismiche terreno.....</i>	58
11.1.9	<i>Combinazioni SLU al baricentro palificata .....</i>	58
11.1.10	<i>Sollecitazioni SLU sui pali di fondazione.....</i>	59
11.1.11	<i>Verifica SLU palo .....</i>	59
11.1.12	<i>Verifica SLU platea di fondazione – unghia anteriore .....</i>	60
11.1.13	<i>Verifica SLU spiccato muro frontale.....</i>	61
11.1.14	<i>Verifica SLU spiccato muro paraghiaia .....</i>	62



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

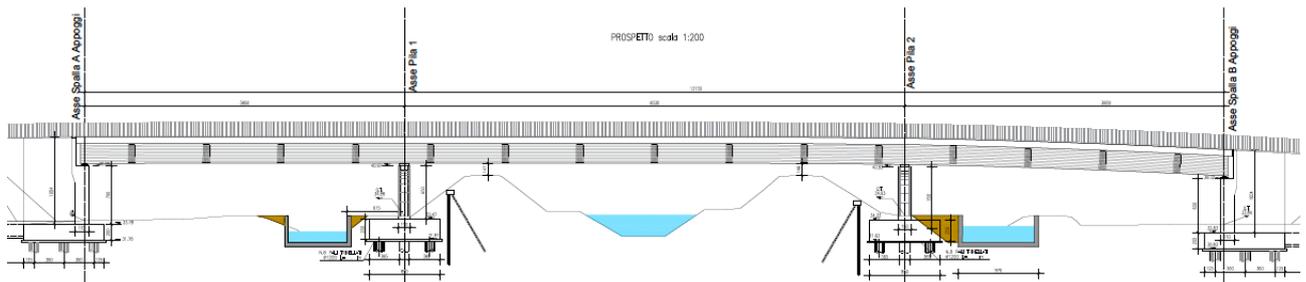
CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

## 1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO



L'intervento di progetto consiste in un viadotto a 3 campate di luci 38.5+60.3+38.5m.



L'impalcato è continuo in acciaio-clt, di larghezza pari a 10.0m ed ospita una sede tramviaria a due vie. La carpenteria metallica è costituita da un cassone a tre travi, di altezza costante pari a 2400mm; lo spessore delle anime è di 20mm per le travi laterali e di 16mm per la trave centrale. Le tre travi sono collegate inferiormente da una lastra di spessore 20mm. La soletta ha uno spessore di 25cm.

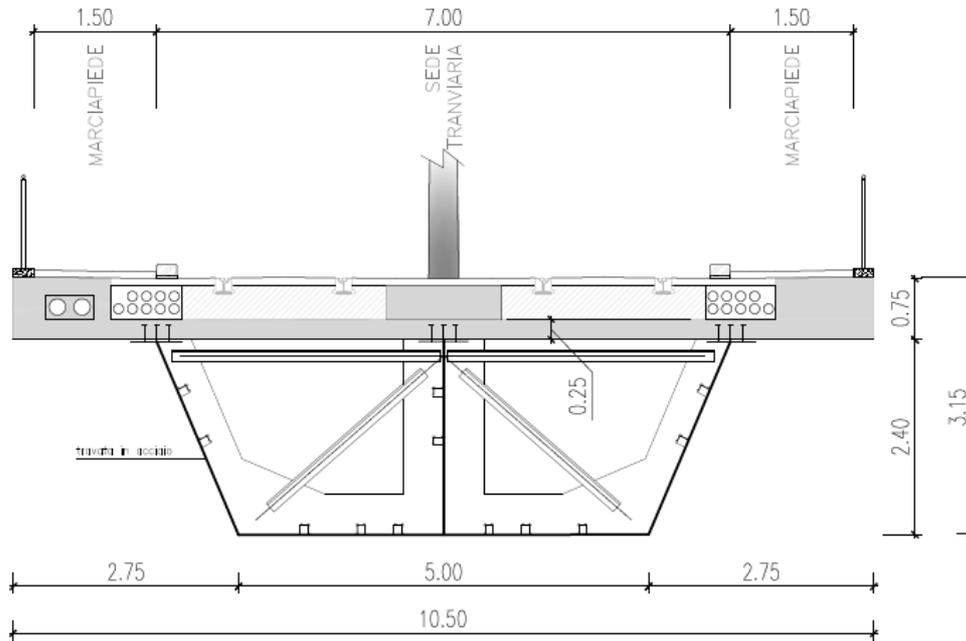


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Il fusto pila ha altezza variabile e sezione costante (piena), con dimensioni in pianta 150x400cm;  
il pulvino ha altezza costante pari a 440cm e sezione variabile, con dimensioni in pianta  
150x(400-600)cm.

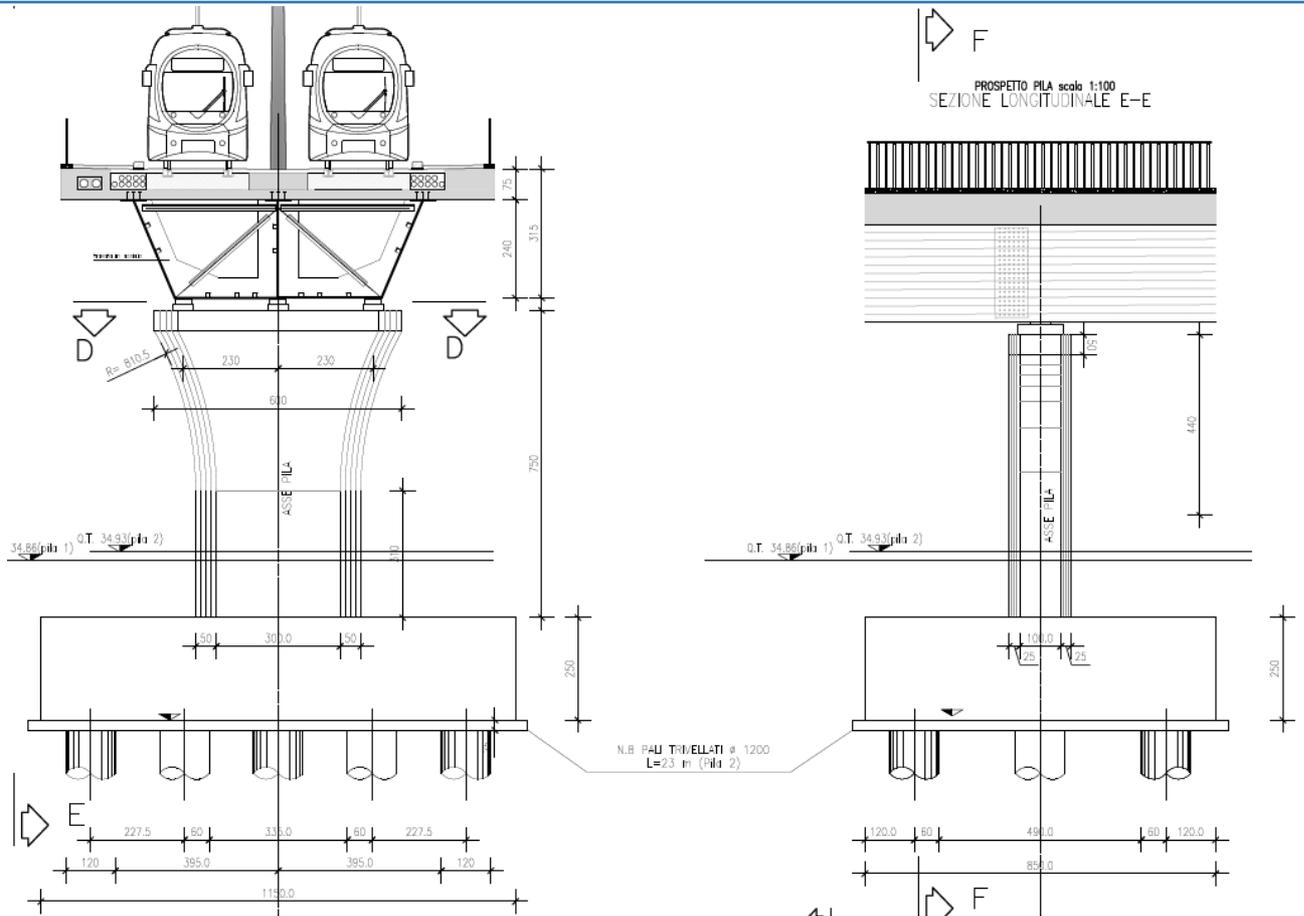


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



La fondazione è prevista su 8 pali  $d=1200\text{mm}$ ; le dimensioni della zattera sono  $850 \times 1150 \times 250\text{cm}$ .

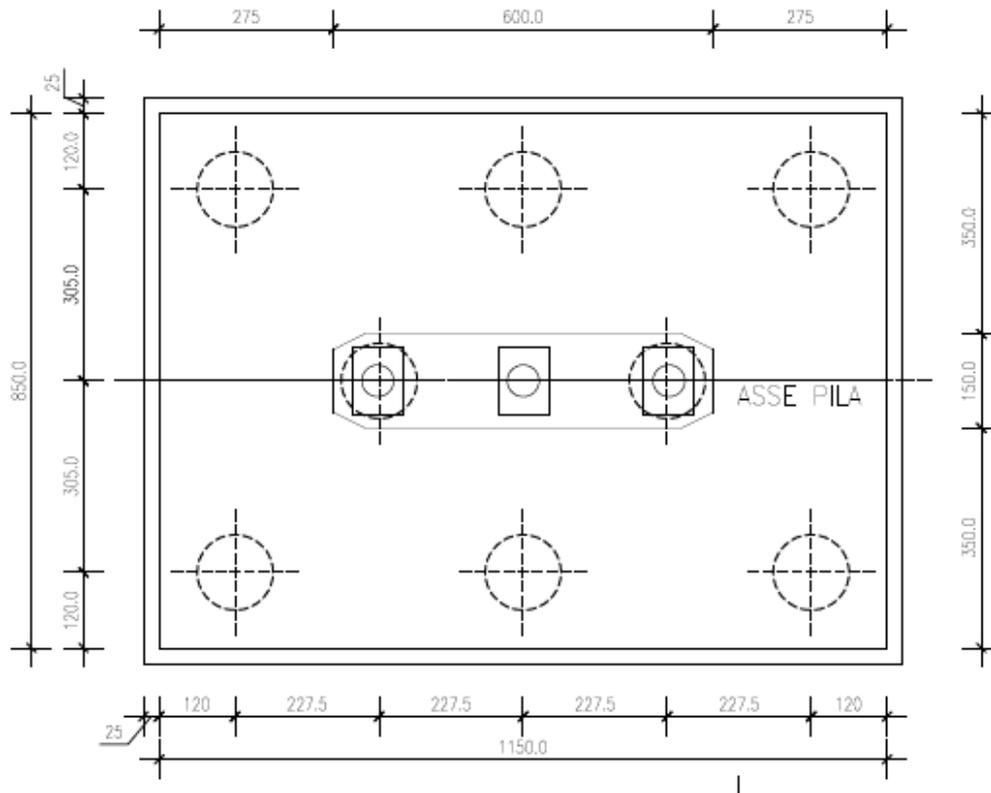


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Le spalle sono del tipo tradizionale su pali, con muro frontale di altezza 700cm per la spalla A e 650cm per la spalla B.

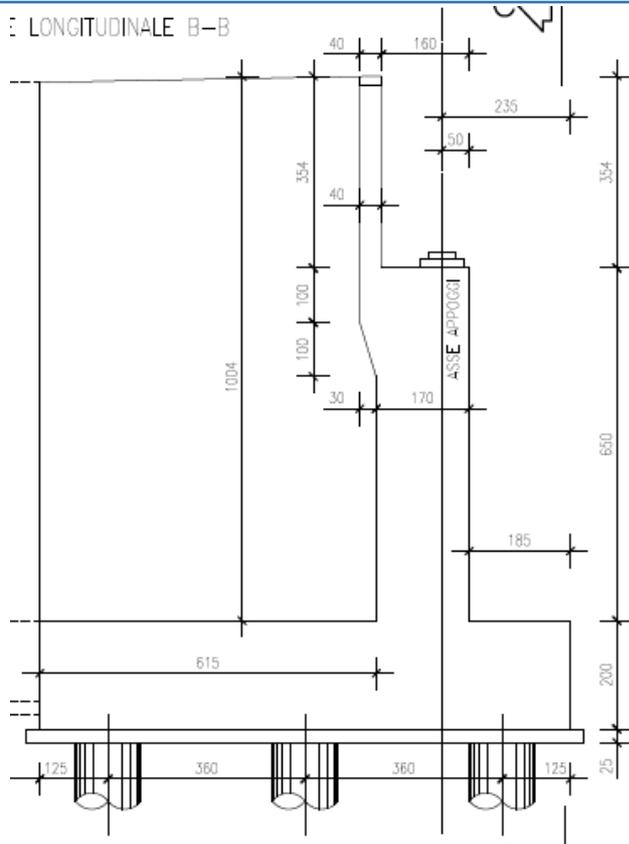


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



La fondazione è prevista su 12 pali  $d=1200\text{mm}$ ; le dimensioni della zattera sono  $970 \times 1330 \times 200\text{cm}$ .





Comune  
di Firenze

---

**L. 05/11/1972 n. 1086** – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

**UNI EN 1990:2006** – Criteri generali di progettazione strutturale.

**UNI EN 1997-1:2013** – Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

**UNI EN 1998-1:2013** – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

**UNI EN 1998-2:2011** – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 2: Ponti.

**UNI EN 1998-5:2005** – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

**UNI EN 206:2016** – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

**UNI 11104:2016** – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.

•



### 3. MATERIALI E RESISTENZA DI CALCOLO

I materiali impiegati sono:

- **Conglomerato cementizio per getti di pulizia (classe C12/15)**

- **Conglomerato cementizio per fondazioni e pali (classe C25/30)**

-classe di esposizione XC2

- resistenza a compressione cubica caratteristica:  $R_{ck}=30,00 \text{ N/mm}^2$

- resistenza a compressione cilindrica caratteristica:  $f_{ck}=25,00 \text{ N/mm}^2$

- classe di consistenza Slump: S4

- **Conglomerato cementizio per elevazione pile e spalle (classe C32/40)**

-classe di esposizione XC4/XF1

- resistenza a compressione cubica caratteristica:  $R_{ck}=40,00 \text{ N/mm}^2$

- resistenza a compressione cilindrica caratteristica:  $f_{ck}=32,00 \text{ N/mm}^2$

- classe di consistenza Slump: S4

- **Conglomerato cementizio per soletta impalcato (classe C32/40)**

-classe di esposizione XC3/XF4

- resistenza a compressione cubica caratteristica:  $R_{ck}=40,00 \text{ N/mm}^2$

- resistenza a compressione cilindrica caratteristica:  $f_{ck}=32,00 \text{ N/mm}^2$

- classe di consistenza Slump: S4

- **Acciaio in barre ad aderenza migliorata - tipo B450C:**

- modulo elastico:  $E_s=200.000 \text{ N/mm}^2$



Comune  
di Firenze

---

- tensione a trazione caratteristica

$$f_{tk}=540 \text{ N/mm}^2$$

- tensione di snervamento caratteristica

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

La resistenza di calcolo del materiale, con  $g_s = 1,15$  (coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio) risulta:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450/1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

- **Carpenteria metallica impalcato - Acciaio classe S355 J2**



---

## 4. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA E DELLA CATEGORIA DI SUOLO

---

### 4.1 Requisiti prestazionali delle opere in progetto

La vita nominale (VN) delle opere in progetto è assunta pari a 50 anni.

La classe d'uso assunta è la III ( $c_u=1.5$ ).

Il periodo di riferimento (VR) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot c_u = 75 \text{ anni}$$

Nel caso specifico di opere provvisorie o strutture in fase di costruzione con durata prevista in progetto inferiore a 2 anni si omettono le verifiche sismiche.

Nella presente fase progettuale si assume che la condizione transitoria con massimo scavo e massimo ricoprimento, in assenza di soletta di fondo gettata, abbia durata inferiore a due anni.

### 4.2 Determinazione categoria di suolo

Per quanto riguarda la classificazione sismica, i terreni interessati dall'opera sono ascrivibili alla categoria di suolo tipo C.

### 4.3 Definizione valori di accelerazione su suolo rigido

Indipendentemente dalla zona sismica in cui ricade il manufatto, i valori dell'accelerazione di progetto  $a_g/g$ , (calcolati per  $T=0$ ) sono stimati in base alla vita nominale e alla classe d'uso dell'elemento, dai dati del reticolo di riferimento.



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

User data

User settings

- + Vn=50.00y - Cu=1.50 --> Vr=Vn\*Cu=75.00y
- + SLV (Ultimate limite state) - Pvr=10.00%
- + return period - Tr=711.84y
- + site: Campi Bisenzio (Toscana, Firenze)
- + site coordinates (lat,long): 43.8222, 11.139

Horizontal spectrum

- + seismic parameters ag/g=0.1552 - F0=2.3730 - Tc\*=0.3055
- + soil category C - factor Ss=1.48
- + soil factor Ss=1.48
- + topography factor St=1.00
- + Tb=0.16s - Tc=0.47s - Td=2.22s - Tmax=4.00s
- + elastic spectrum
- + structure damping factor csi=5.00%

Response spectrums manager

Horizontal spectrum - SLV -  
Vertical spectrum - SLV - Tr

Id: Horizontal spectrum - SLV - Tr=711.84y (Campi Bisenzio) info...

T [s]	A [m/s <sup>2</sup> ]
1 0.00000	2.25077
2 0.01757	2.59415
3 0.03514	2.93753
4 0.05272	3.28091
5 0.07029	3.62429
6 0.08786	3.96767
7 0.10543	4.31105
8 0.12300	4.65443
9 0.14057	4.99781
10 0.15815	5.34119
11 0.47444	5.34119
12 0.53465	4.73963
13 0.59487	4.25985
14 0.65509	3.86828
15 0.71530	3.54264
16 0.77552	3.26757

Function parameters

Damping ratio % 5.000

Description...

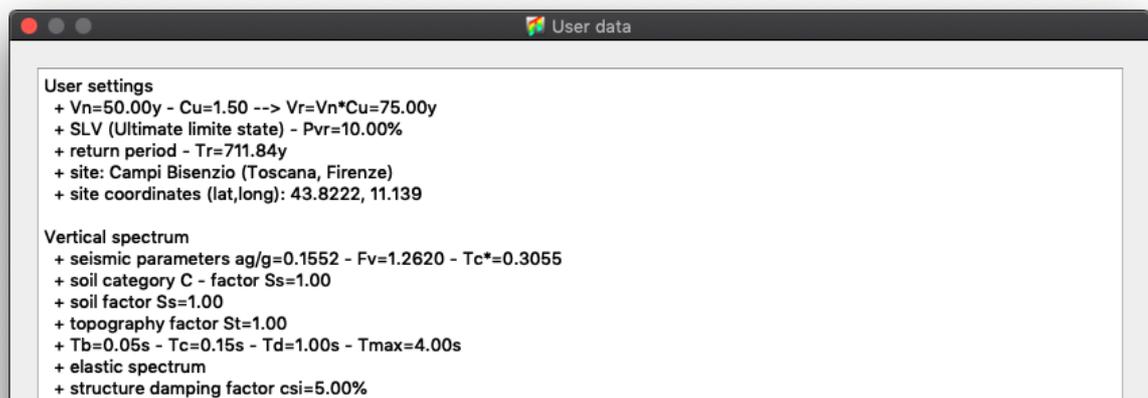
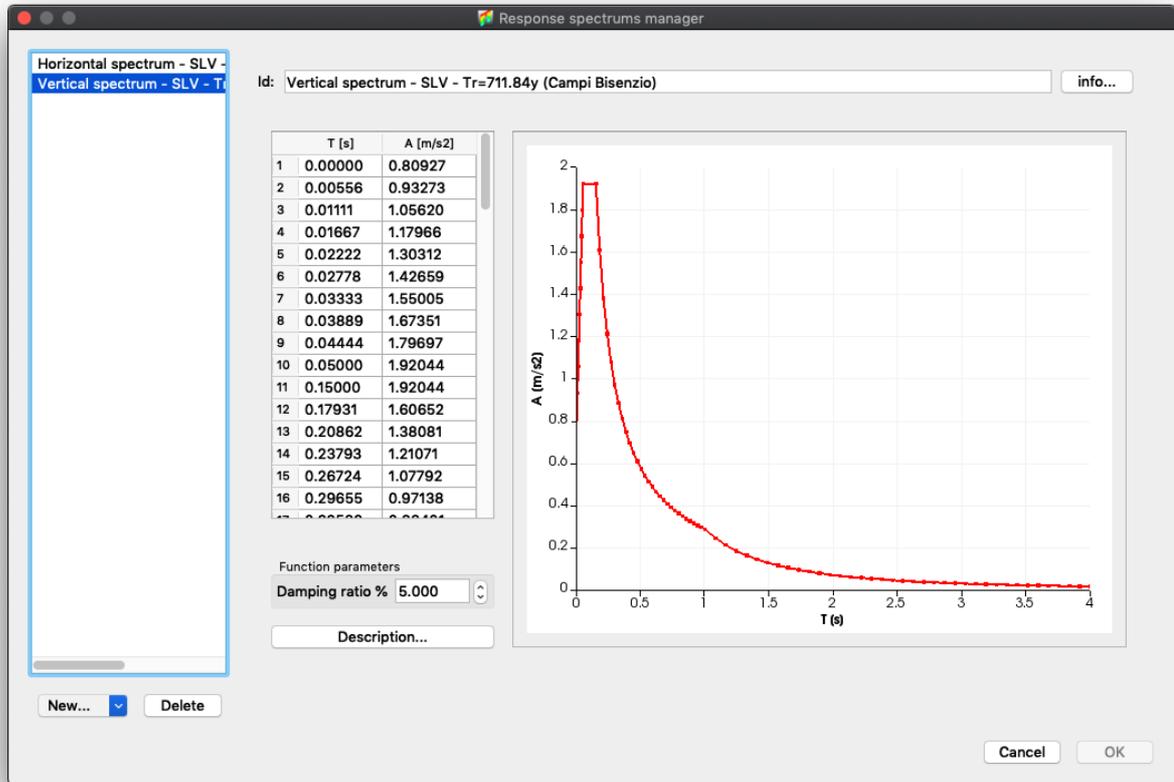
New... Delete

Cancel OK



Comune  
di Firenze

### Definizione spettro orizzontale elastico



### Definizione spettro verticale elastico



Comune  
di Firenze

#### 4.4 Accelerazioni sismiche per combinazioni SLV, SLD, SLO

Per le **verifiche SLV** si prevede, dunque, di utilizzare i seguenti valori di accelerazione nella progettazione delle strutture:

Trattandosi di progettazione preliminare la verifica agli SLD verrà omessa in quanto non dimensionante ed implicitamente soddisfatta dalle verifiche SLV.

Per quanto riguarda **le verifiche SLO** tali verifiche non sono ritenute significative per le strutture di che trattasi nella presente fase progettuale, potendo rimandare le verifiche stesse ai successivi step progettuali.



## 5. VALUTAZIONE DEI CARICHI AGENTI

- **Peso proprio**

Il peso proprio valutato automaticamente dal programma di calcolo moltiplicando l'area della sezione di ogni singola asta per il peso specifico del calcestruzzo armato di  $25 \text{ kN/m}^3$ .

- **Carico permanente**

I carichi permanenti portati sono valutati considerando un peso specifico del riempimento pari a

- $\gamma_r = 25.0 \text{ kN/m}^3$

Il carico permanente agente sull'impalcato è costituito dal peso del pacchetto di sottofondo in cui è annegato il binario. Tale carico risulta così composto:

- **SOTTOFONDO (riempimento in cls):**

Si assume uno spessore medio pari a 50 cm.

$$q_{\text{finiture}} = 0.50\text{m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 12.5 \text{ kN/m/m}$$

- Azioni variabili da traffico

L'impalcato di copertura è soggetto alle azioni trasmesse dal veicolo tranviario.

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche geometriche del tram e i relativi carichi trasmessi alle rotaie.

Nella figura seguente si mostra il tram Sirio Firenze, cui si fa riferimento per la valutazione dei carichi. Lo scartamento è di 1'435 mm.

- Carichi verticali

Il carico per asse a pieno carico della vettura tranviaria è il seguente:

(passeggeri seduti + 6 passeggeri in piedi/m<sup>2</sup>):



Carrello motore anteriore Pa 198,94 kN  
Carrello trascinato centrale Pc 201,14 kN media 99,8 kN/asse

Carrello motore posteriore Pp 198,94 kN  
Carico totale 599,02 kN

- **Combinazioni di carico**

**SLU - Stato Limite Ultimo**

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

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi:

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

**SLE - Stato Limite di Esercizio**

Combinazione caratteristica (rara), impiegata per le verifiche alle tensioni ammissibili:

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

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

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

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

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

Dove:

- permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo;



- variabili (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturali con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo;

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{E1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{E2}, \gamma_{E3}, \gamma_{E4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

- sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti.

I coefficienti moltiplicativi di combinazione per i carichi sono quelli della normativa vigente e risultano pari a:



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

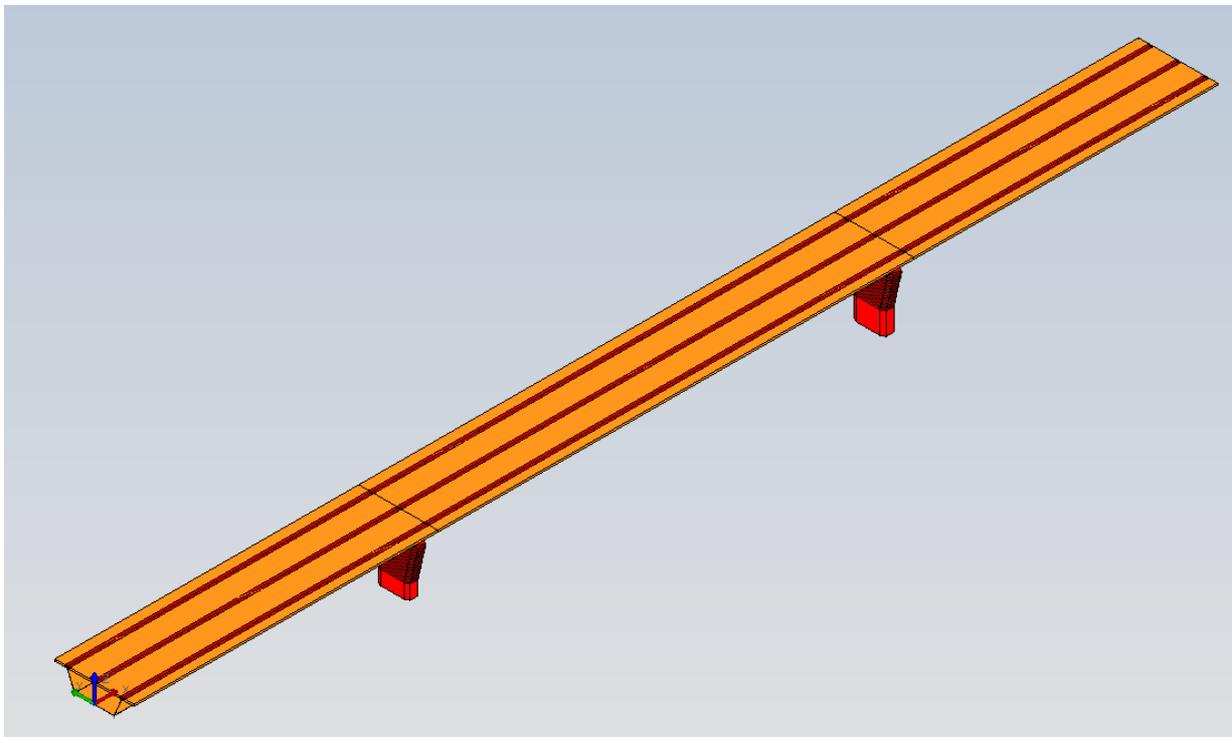
LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_0</math> di combinazione</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_1</math> (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente <math>\psi_2</math> (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
<i>Vento <math>q_5</math></i>	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve <math>q_5</math></i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	$T_k$	0,6	0,6	0,5



## 6. MODELLAZIONE FEM

Ai fini del dimensionamento del cassone di acciaio e delle fondazioni si è sviluppato un modello FEM tridimensionale del viadotto. Le anime delle travi, la lastra inferiore del cassone e la soletta sono stati modellati con elementi shell di opportuno spessore e caratteristiche meccaniche; le piattabande superiori delle tre travi sono state invece modellate con elementi beam. Gli appoggi sono infine stati modellati mediante link lineari.



*Modello strutturale*

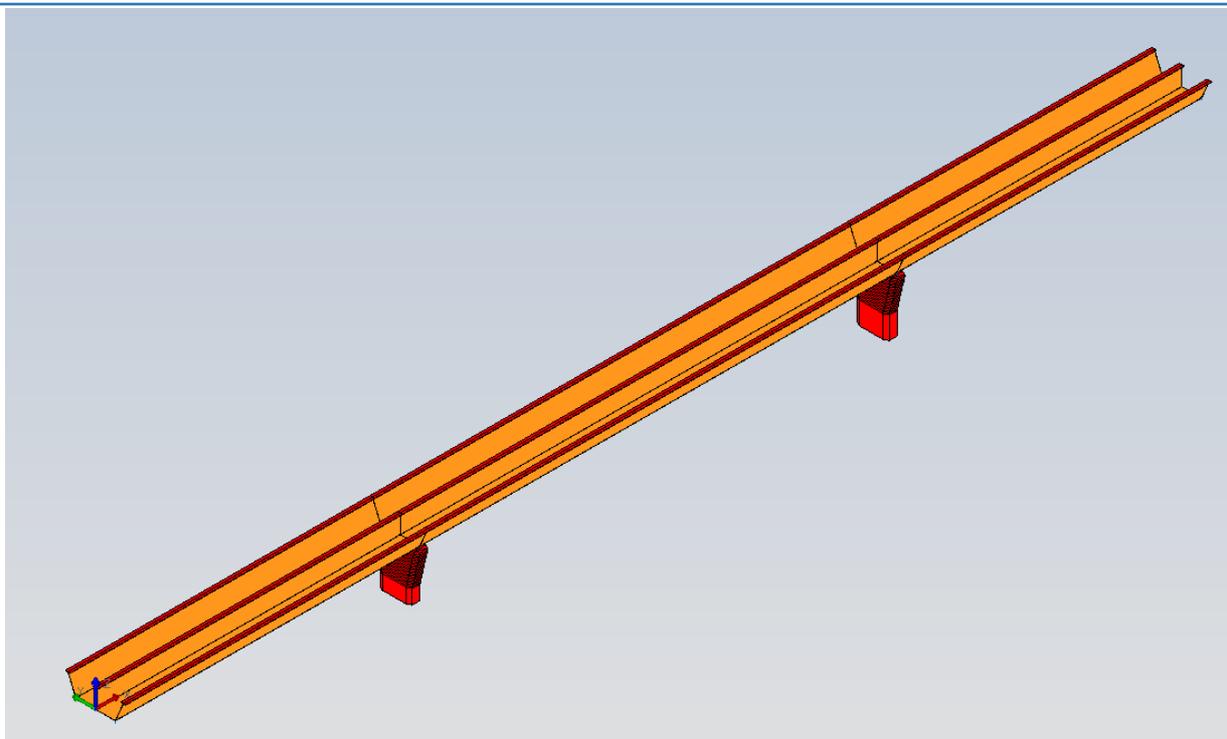


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



*Modello strutturale (soletta non in vista)*

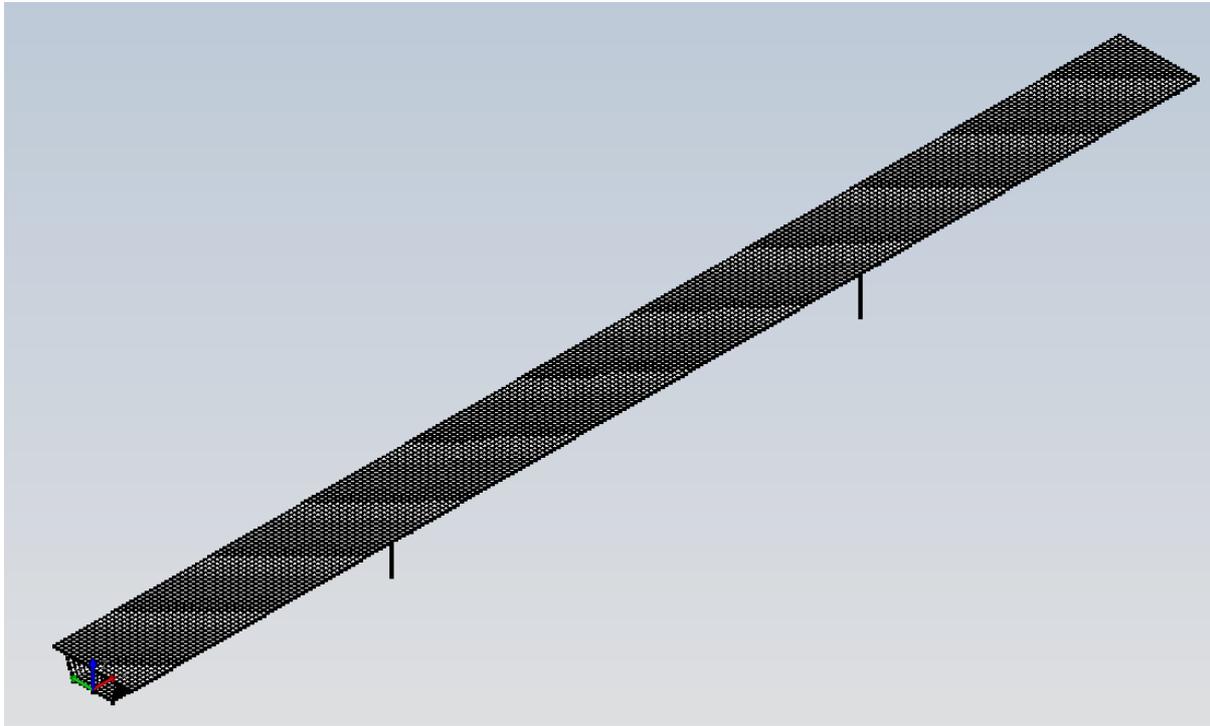


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



*Modello FEM*

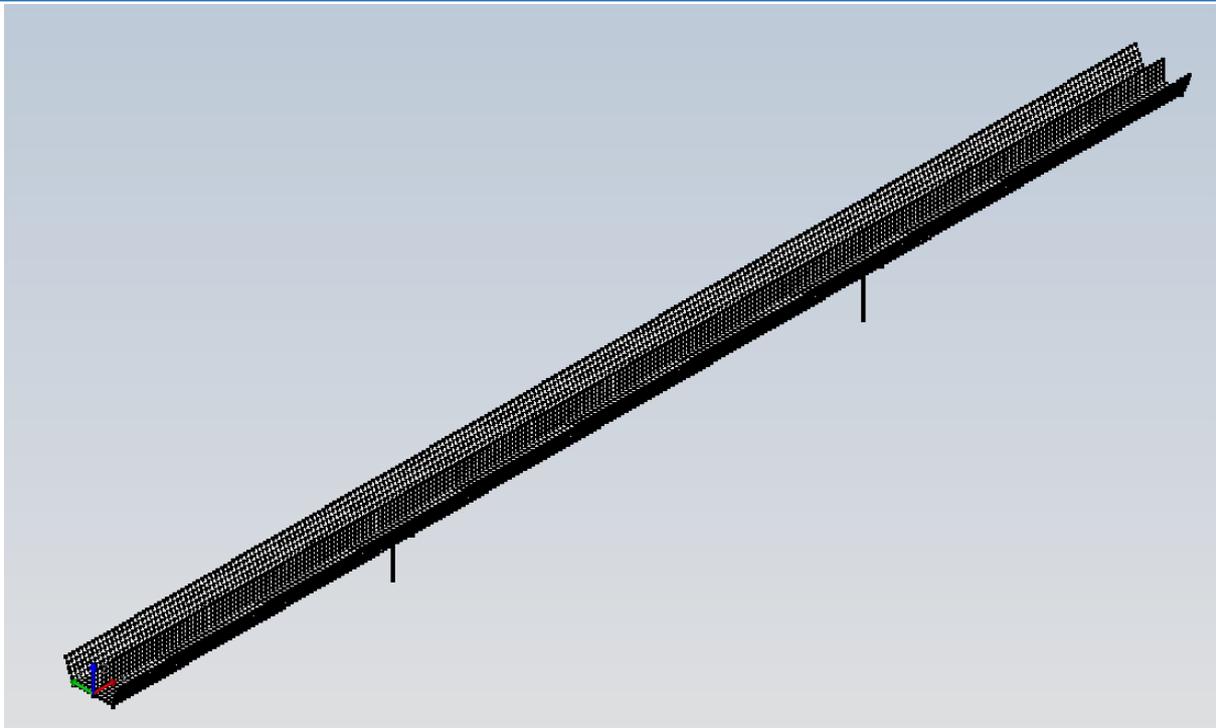


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



*Modello FEM (soletta non in vista)*

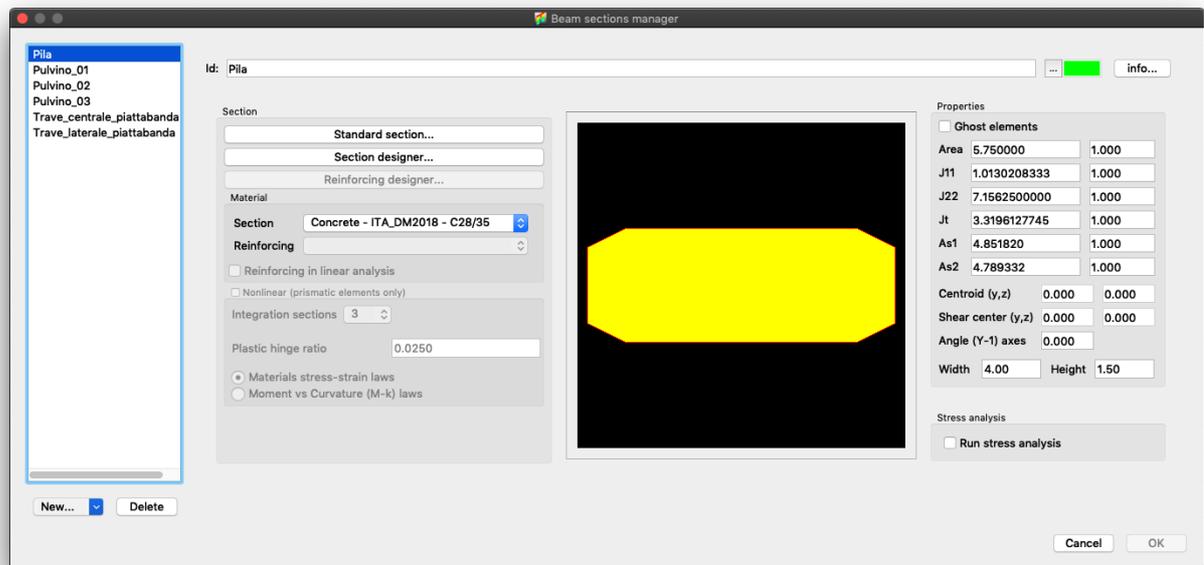


Comune  
di Firenze

Le analisi sviluppate sul modello sono:

- Construction stage analysis per pesi propri e permanenti portati
- Moving loads analysis, con carichi mobili tram, nell'ipotesi di due corsie caricate (max N in fondazione) e 1 corsia caricate (max Mt in fondazione)
- Response spectrum analysis, con spettro orizzontale e verticale elastici SLV definiti secondo il DM 2018 per vita nominale 50 anni, classe d'uso III e categoria di sottosuolo C

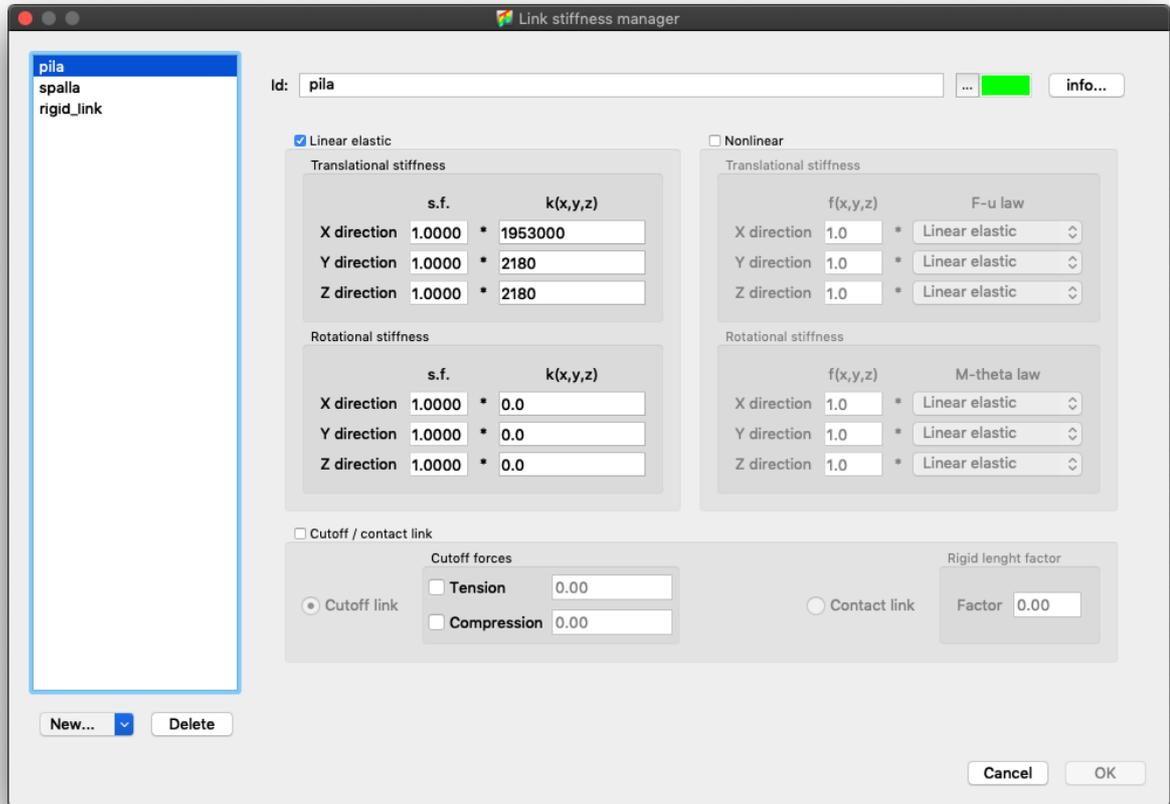
## 6.1 Definizioni modello FEM



*Definizione sezione di spiccato pila*



Comune  
di Firenze



*Definizione appoggi pile*



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Link stiffness manager

Id: spalla

Linear elastic

Translational stiffness

	s.f.	k(x,y,z)
X direction	1.0000	912000
Y direction	1.0000	1010
Z direction	1.0000	1010

Rotational stiffness

	s.f.	k(x,y,z)
X direction	1.0000	0.0
Y direction	1.0000	0.0
Z direction	1.0000	0.0

Nonlinear

Translational stiffness

	f(x,y,z)	F-u law
X direction	1.0	Linear elastic
Y direction	1.0	Linear elastic
Z direction	1.0	Linear elastic

Rotational stiffness

	f(x,y,z)	M-theta law
X direction	1.0	Linear elastic
Y direction	1.0	Linear elastic
Z direction	1.0	Linear elastic

Cutoff / contact link

Cutoff forces

Tension 0.00

Compression 0.00

Cutoff link

Contact link

Rigid lenght factor

Factor 0.00

New... Delete

Cancel OK

Definizione appoggi spalle



Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

	X	Y	Fx	Fy	Fz
1	-12.800	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
2	-11.100	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
3	-0.850	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
4	0.850	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
5	11.100	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
6	12.800	-0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
7	-12.800	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
8	-11.100	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
9	-0.850	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
10	0.850	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
11	11.100	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000
12	12.800	0.720	0.000000	0.000000	-60.000000

Definizione carichi mobili – tram

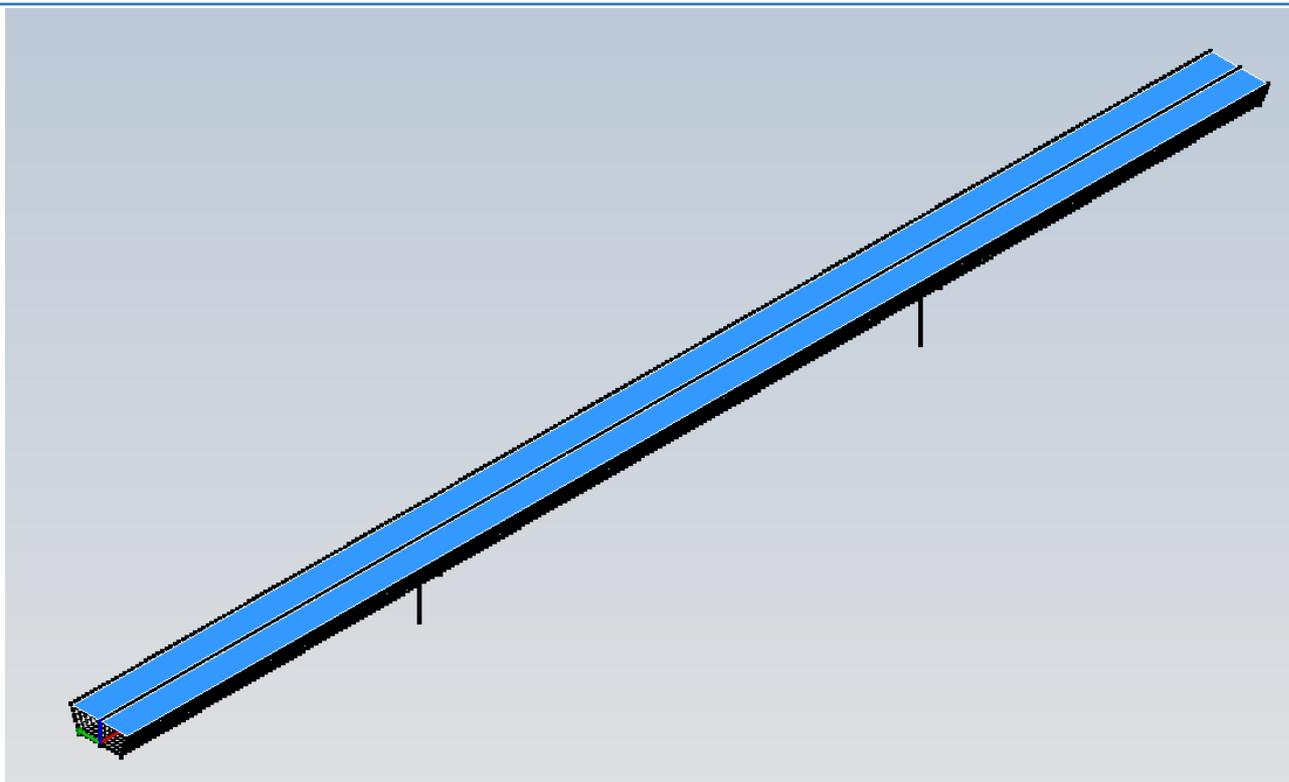


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



*Definizione lanes di carico – due vie*

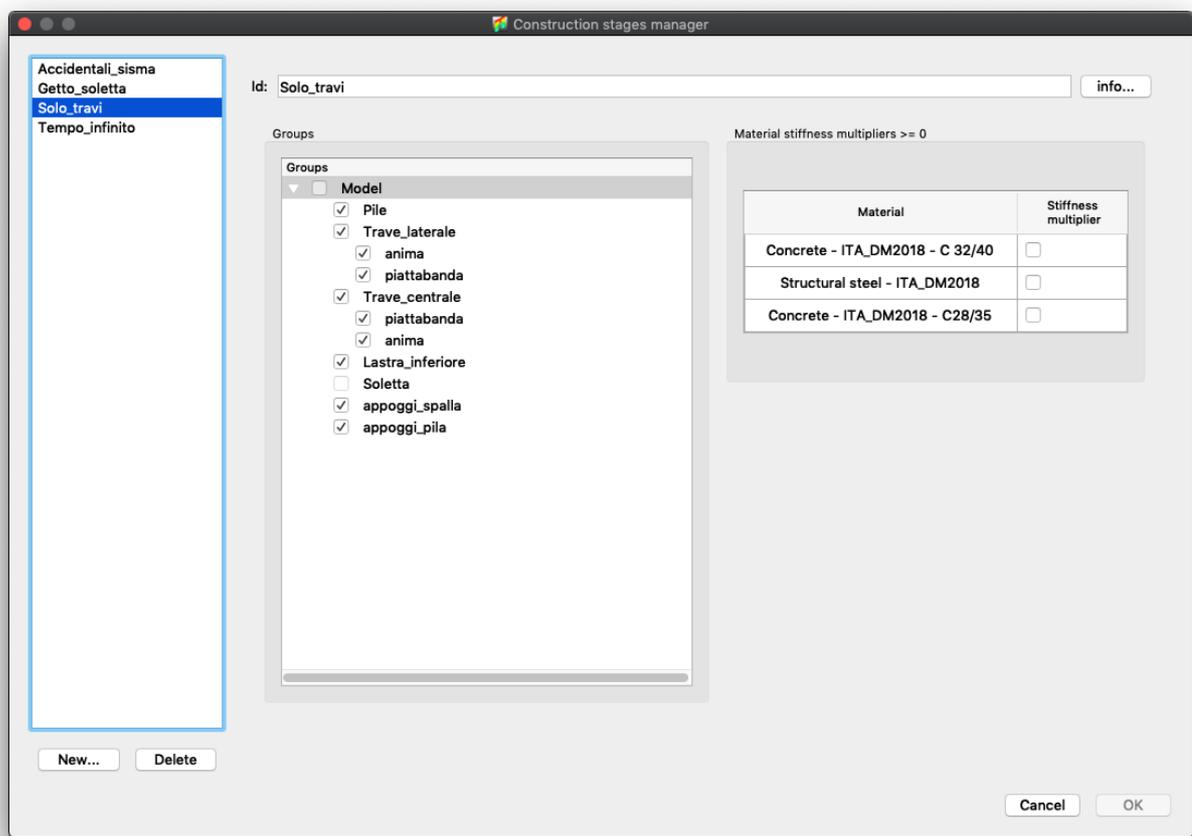


Comune  
di Firenze

## 7. FASI COSTRUTTIVE

Sono state modellate le seguenti fasi costruttive:

- 1) Solo cassone metallico
- 2) Getto soletta – soletta non collaborante
- 3) Tempo infinito (esercizio) con soletta collaborante e  $\eta=2$
- 4) Accidentali e sisma con soletta collaborante e  $\eta=0$



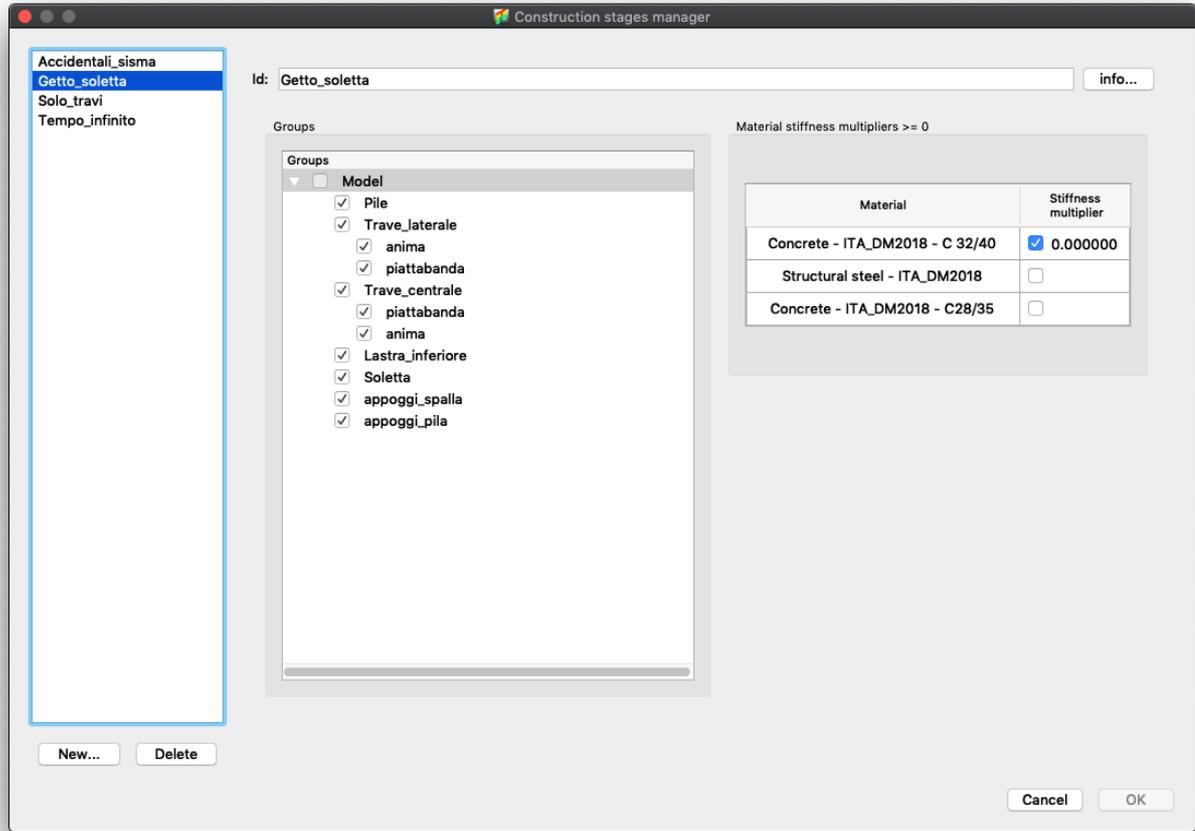


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



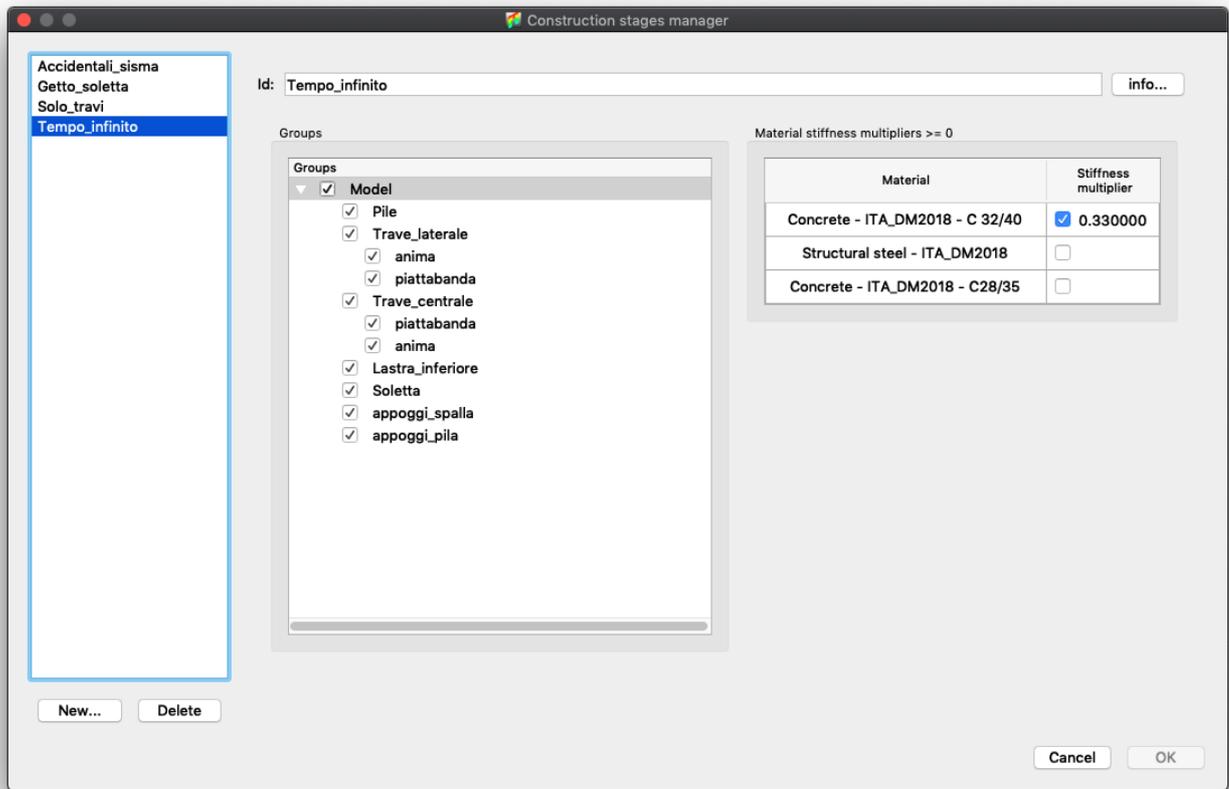


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



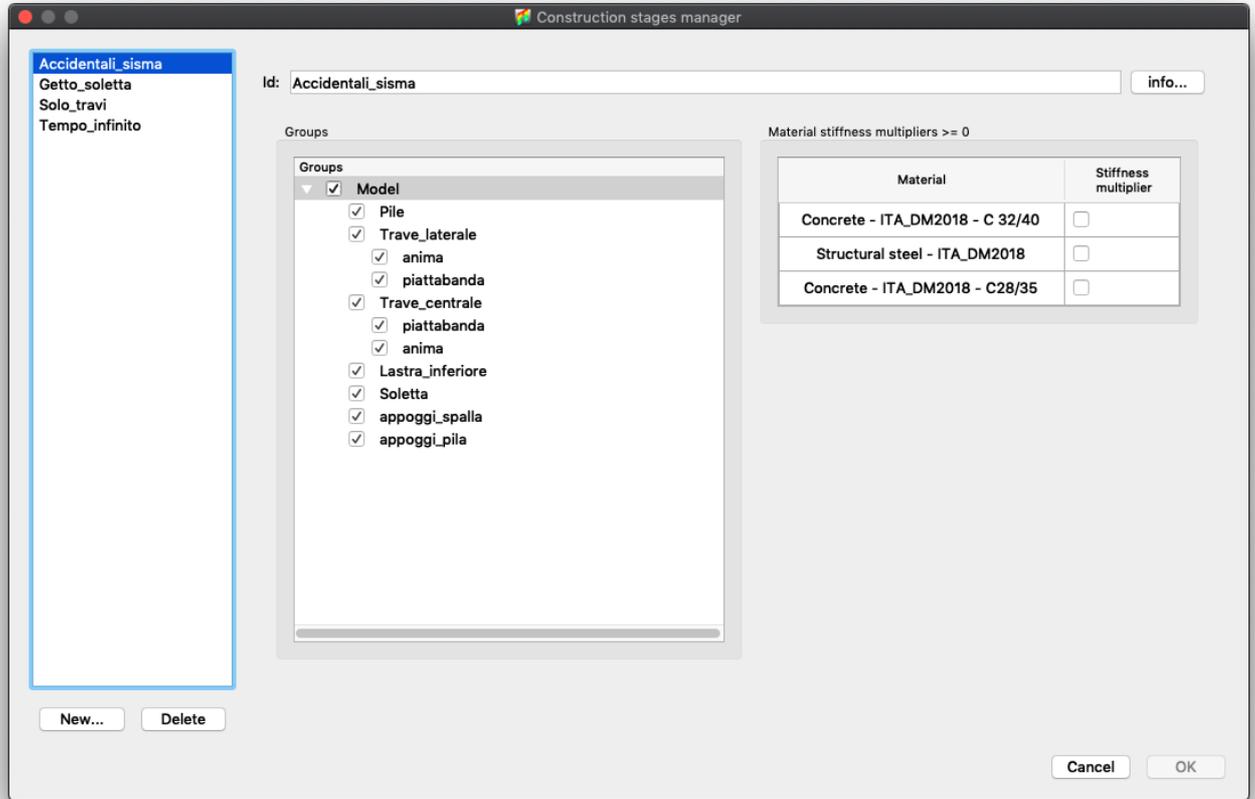


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO





Comune  
di Firenze

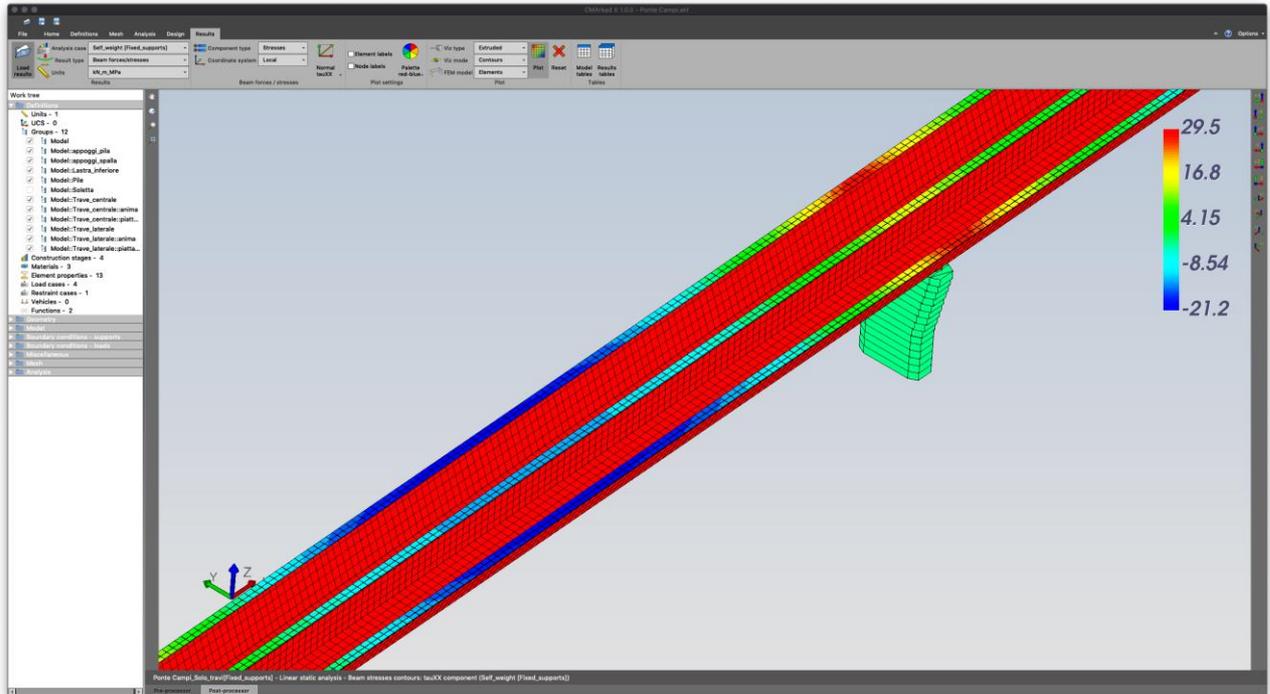
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

## 8. RISULTATI FEM

### 8.1 Fase costruttiva 1) – Solo cassone metallico



*Peso proprio - TauXX piattabande*

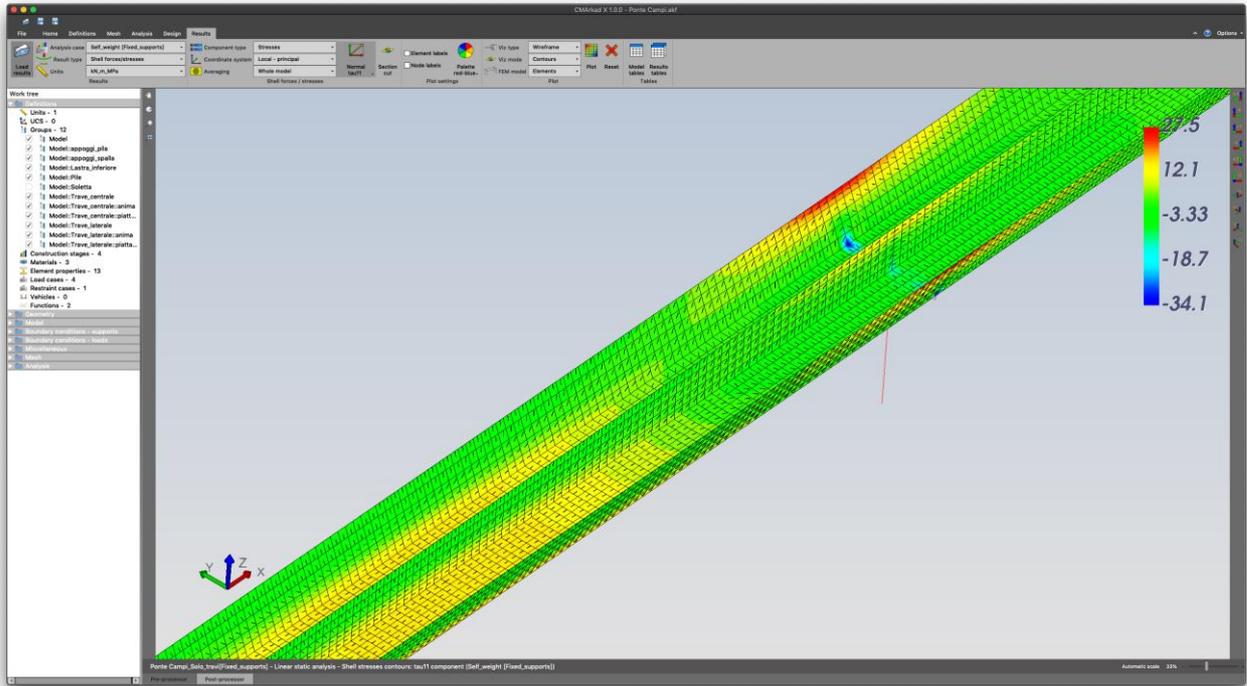


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

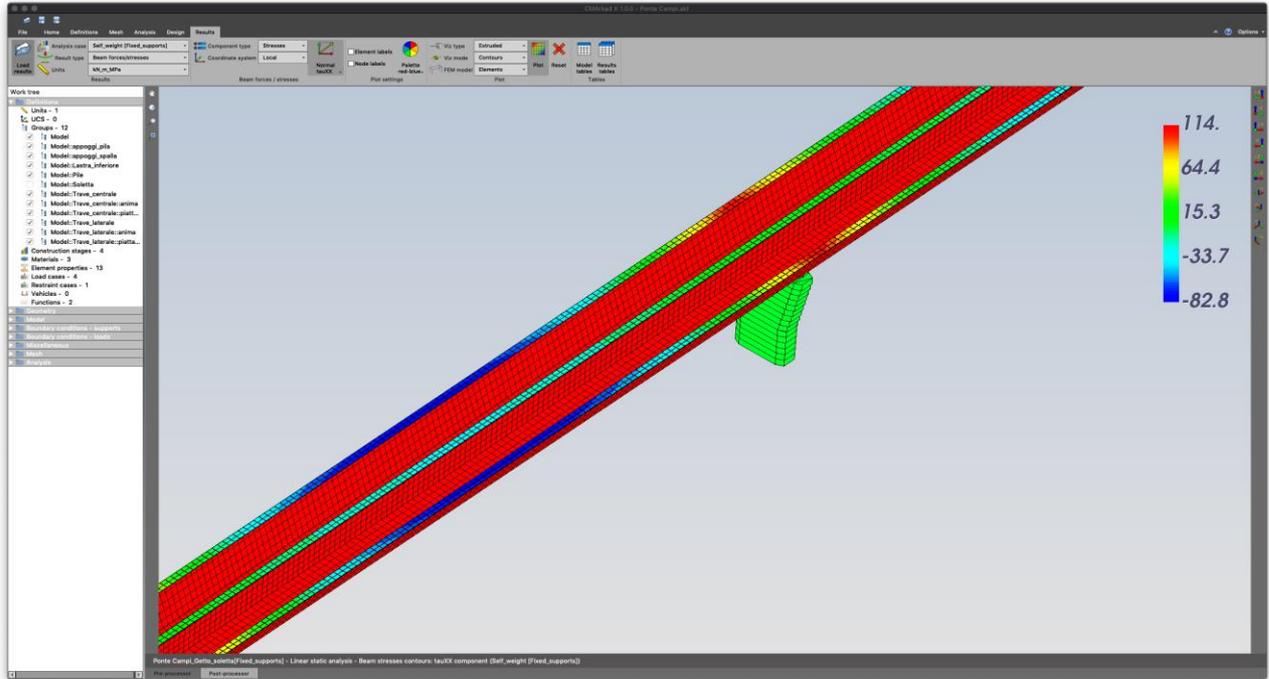


*Peso proprio – Tau11 (principale trazione) anime e lastra inferiore*



Comune di Firenze

8.2 Fase costruttiva 2) – Getto soletta – soletta non collaborante



Peso proprio - TauXX piattabande

-

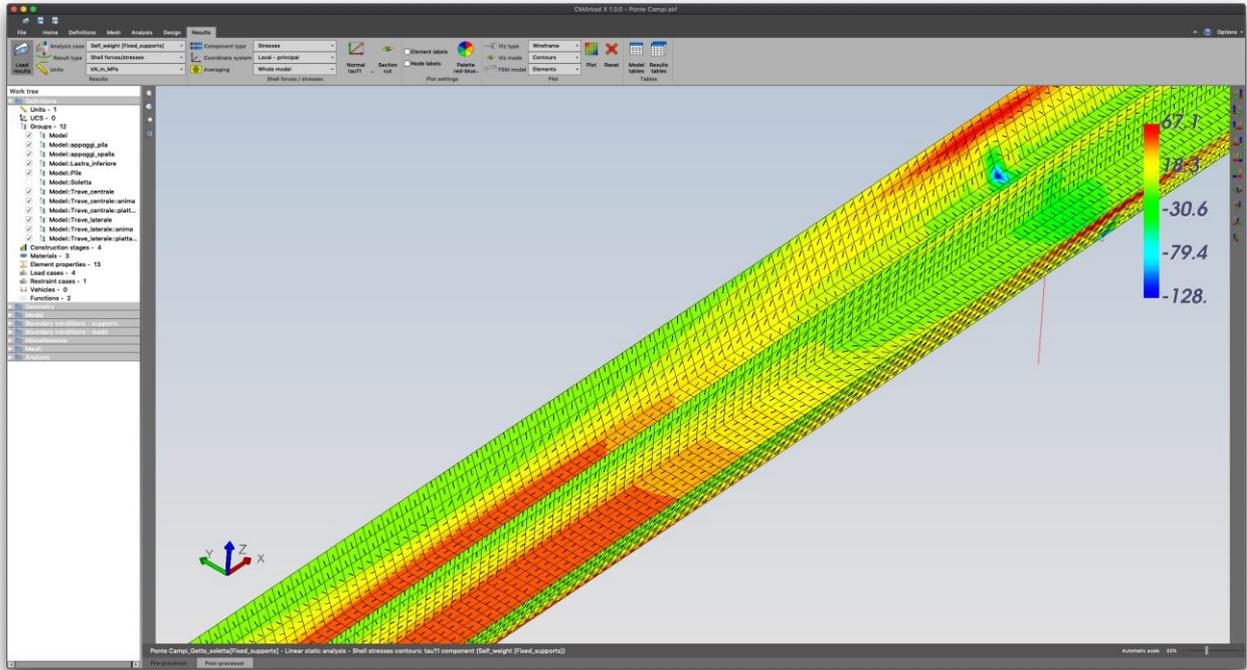


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

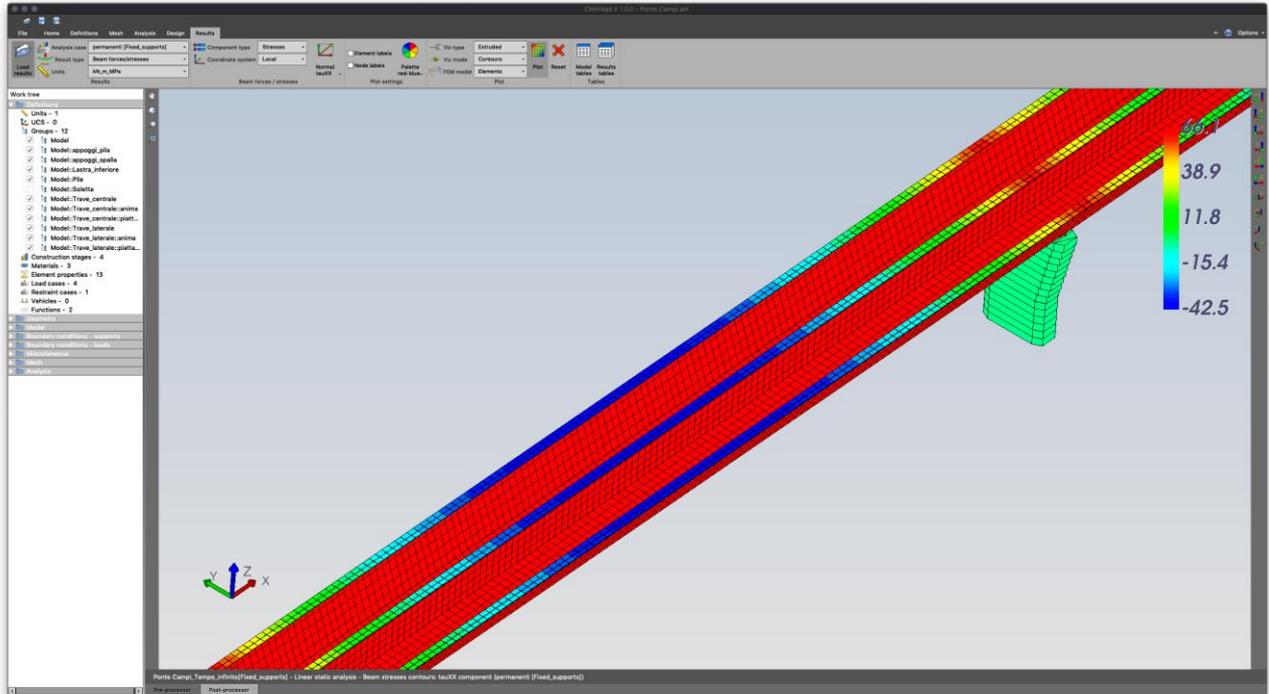


*Peso proprio – Tau11 (principale trazione) anime e lastra inferiore*



Comune di Firenze

8.3 Fase costruttiva 3) – Tempo infinito (esercizio) con soletta collaborante e  $\eta=2$



Permanenti portati - TauXX piattabande

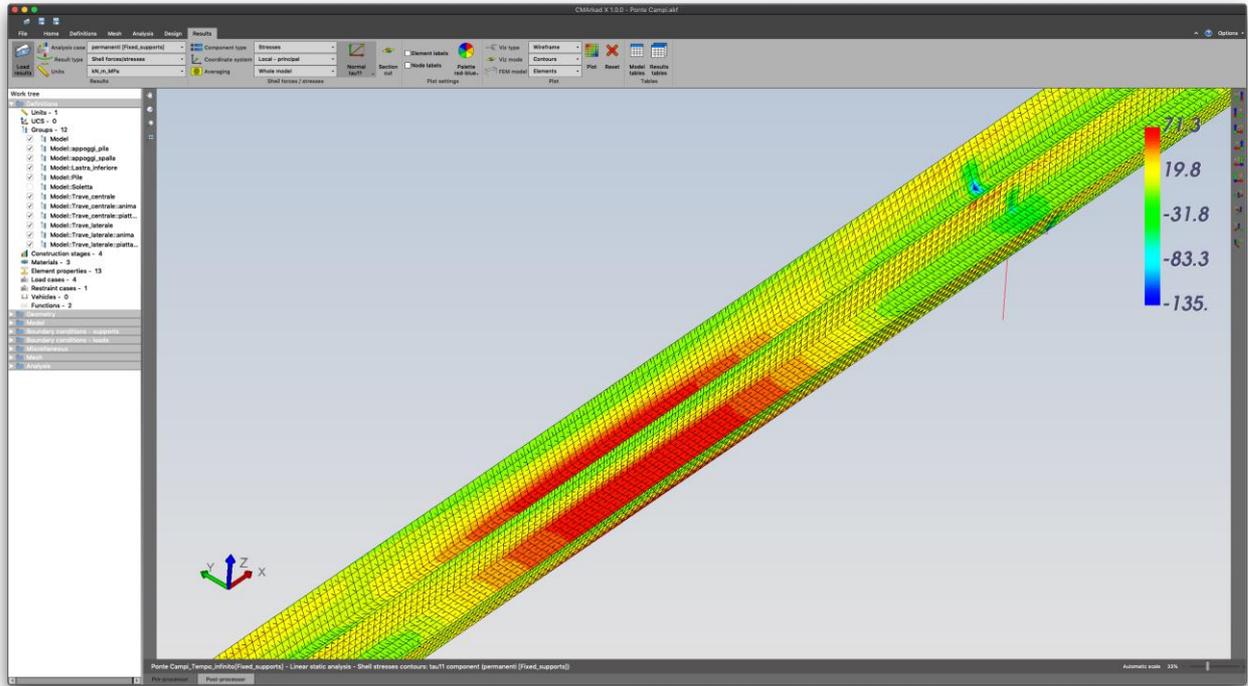


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



*Permanenti portati – Tau11 (principale trazione) anime e lastra inferiore*



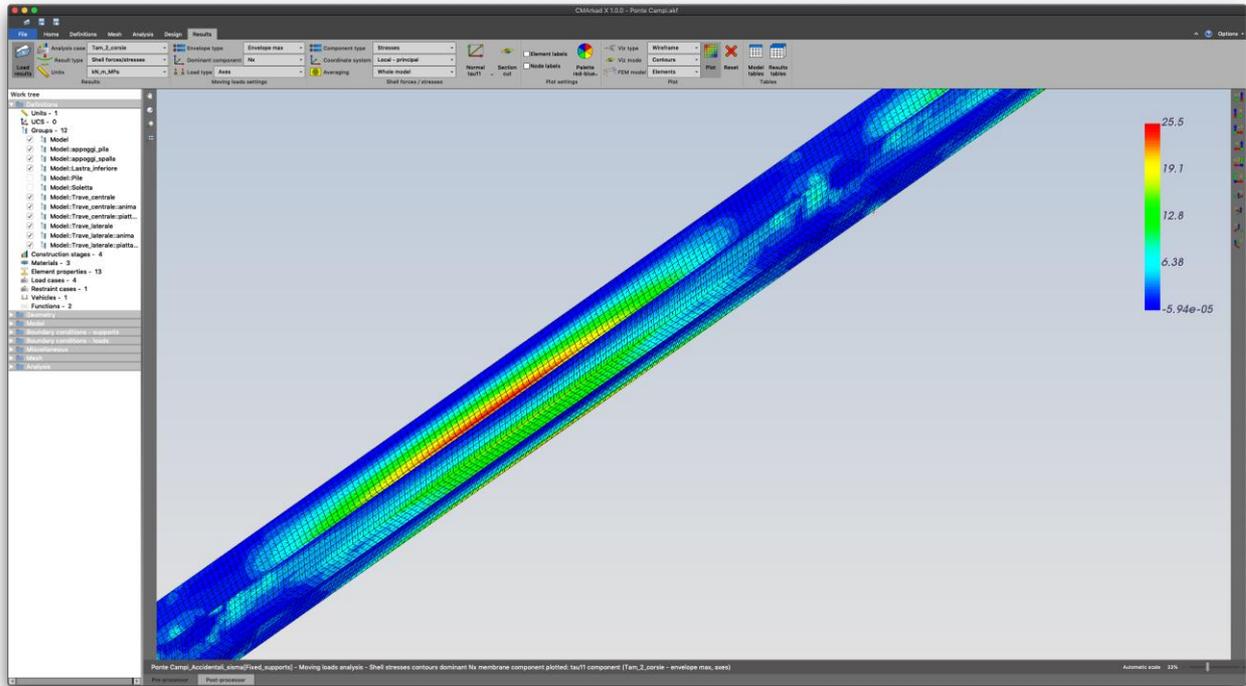
Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

8.4 Fase costruttiva 4) – Accidentali con soletta collaborante e  $\varphi=0$



*Tram 2 corsie – Tau11 (principale trazione) anime e lastra inferiore*



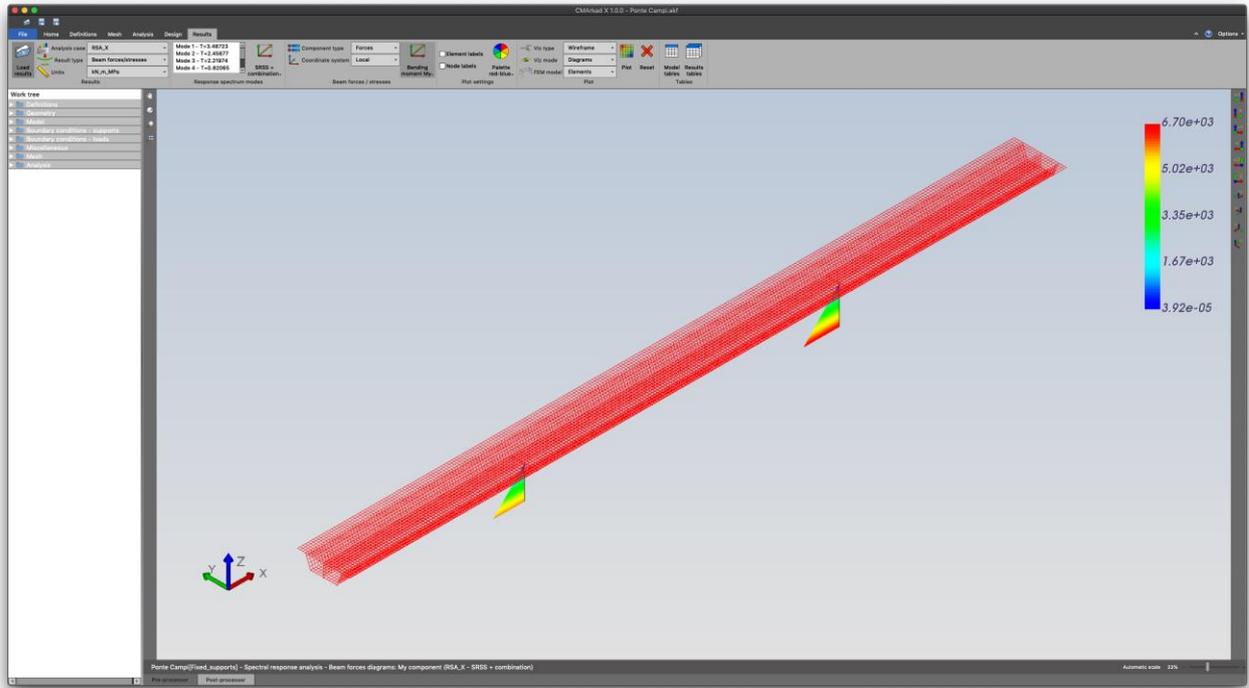
Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

8.5 Fase costruttiva 4) – Sisma con soletta collaborante e  $\eta=0$



*Sisma X – Momenti flettenti spiccato pila*

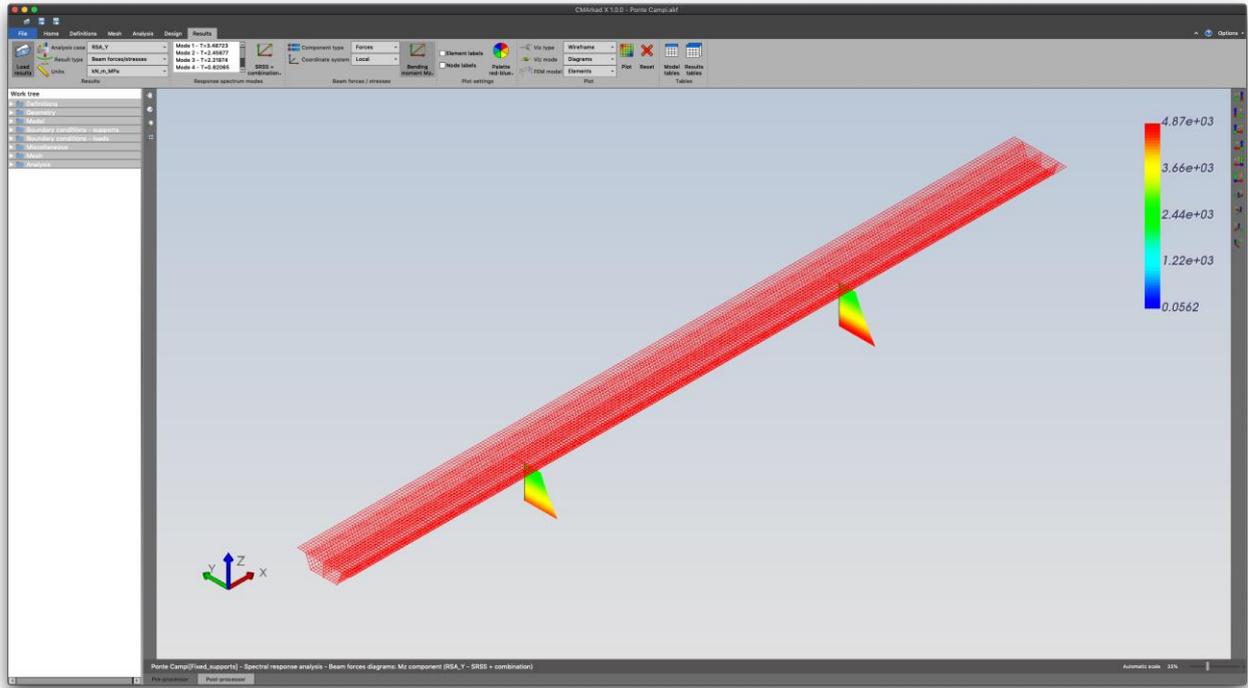


Comune  
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA  
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO –  
FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



*Sisma Y – Momenti flettenti spiccato pila*

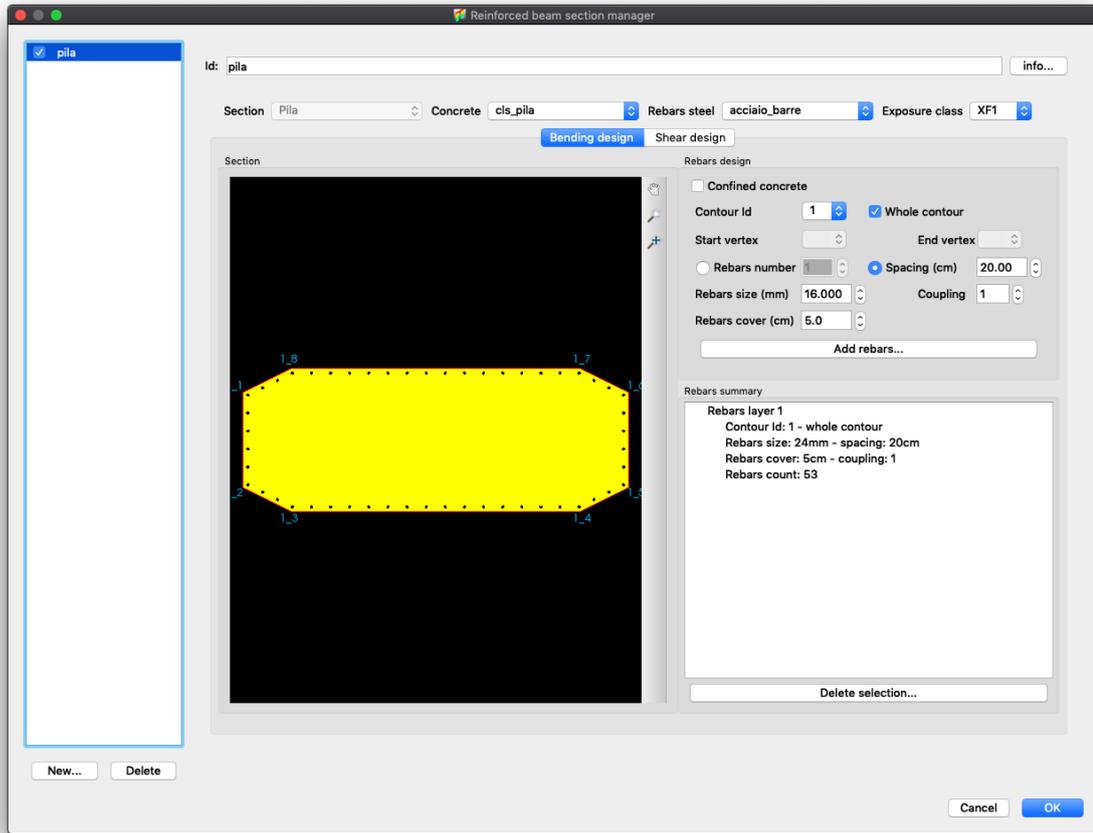
## 9. VERIFICHE CASSONE

### 9.1 Verifiche SLU

Combinazione:  $\gamma_{G1}$  \* (peso proprio + permanenti) +  $\gamma_{Q1}$  \* accidentali 2 corsie

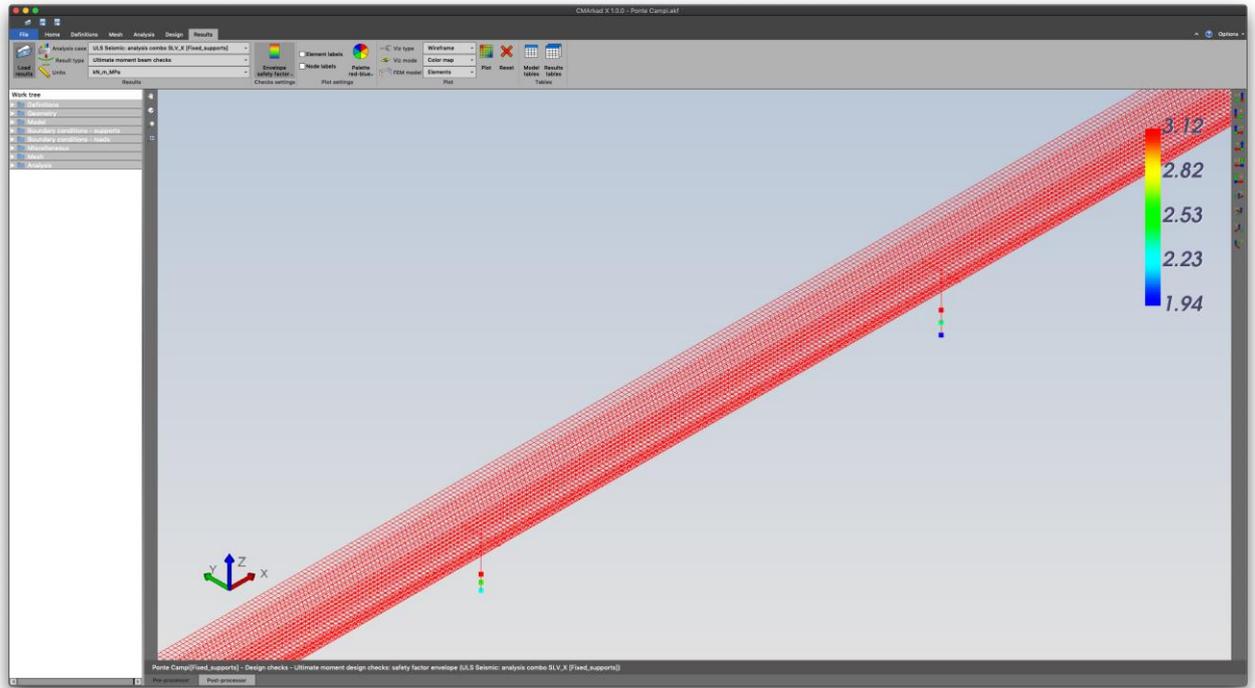
Acciaio S355															
$\gamma_{G1}$ 1.35															
$\gamma_{Q1}$ 1.35															
		Appoggio							Mezzeria						
		piattabanda laterale	anima laterale sup	anima laterale inf	piattabanda centrale	anima centrale sup	anima centrale inf	lastra inferiore	piattabanda laterale	anima laterale sup	anima laterale inf	piattabanda centrale	anima centrale sup	anima centrale inf	lastra inferiore
		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
Tau normale		251.69	128.25	-297.00	119.48	52.65	-202.50	-263.25	-180.09	-95.85	52.65	-94.01	-40.50	32.40	24.30
Tau tangenziale		0.00	2.70	32.40	0.00	0.00	0.00	4.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Tau ideale</b>		<b>251.69</b>	<b>128.34</b>	<b>302.26</b>	<b>119.48</b>	<b>52.65</b>	<b>202.50</b>	<b>263.34</b>	<b>180.09</b>	<b>95.85</b>	<b>52.65</b>	<b>94.01</b>	<b>40.50</b>	<b>32.40</b>	<b>24.30</b>
Fyd		338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095	338.095
Coeff. sicurezza		1.343	2.634	1.119	2.830	6.422	1.670	1.284	1.877	3.527	6.422	3.597	8.348	10.435	13.913

## 9.2 VERIFICHE SPICCATO PILA

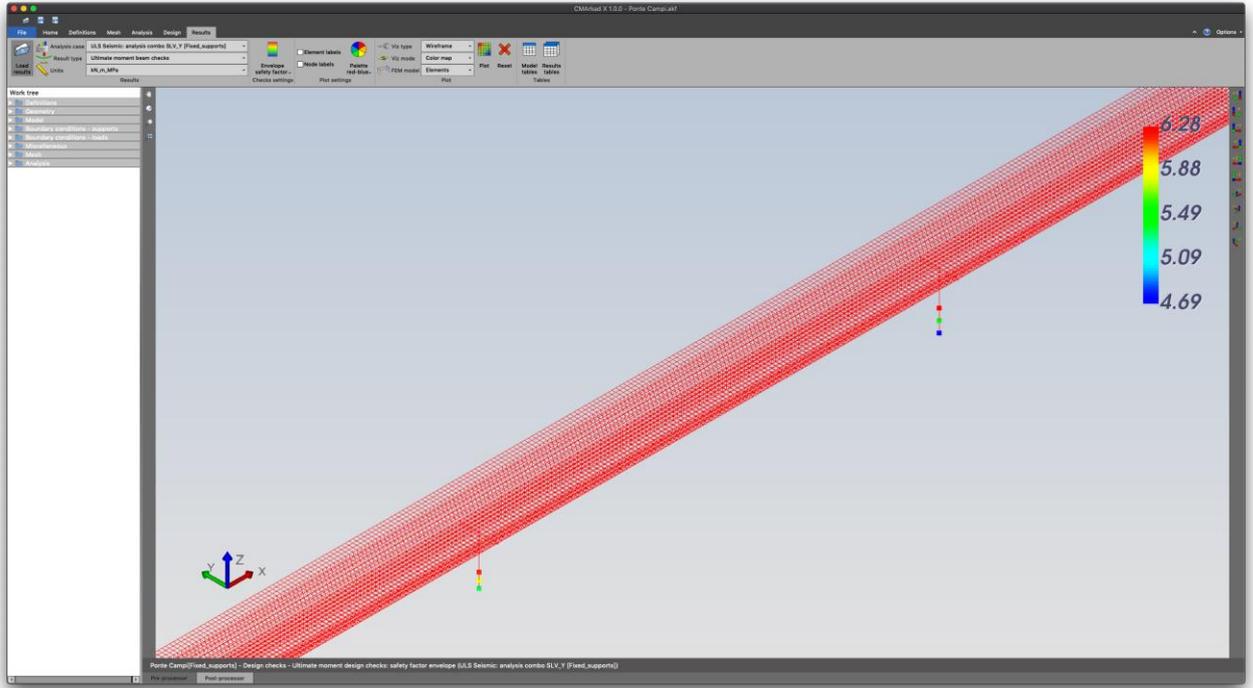


*Armatura longitudinale pila – 1fi24/20*

Si eseguono le verifiche per il solo sisma, in quanto significativamente più gravose di quelle in esercizio.



Verifiche SLV – sisma X dominante (c.s. min=1.94)



Verifiche SLV – sisma Y dominante (c.s. min=4.69)

## 10. VERIFICHE FONDAZIONE PILA

Si eseguono le verifiche per il solo sisma, in quanto significativamente più gravose di quelle in esercizio.

### 10.1 Geometria elevazione

- Pila

Area sezione trasversale fusto	5.75	m <sup>2</sup>
Altezza fusto	7	m
Altezza baricentro da spiccato	4	m
Dimensione longitudinale	1.5	m

### 10.2 Geometria fondazione

- Platea di fondazione

Altezza zattera	2.5	m
Dimensione longitudinale	8.5	m
Dimensione trasversale	11.5	m
Profondità estradosso zattera	1.5	m

- Palificata

Pali	x m	y m
------	--------	--------

---

1	4.55	3.05
2	0	3.05
3	-4.55	3.05
4	2.275	0
5	-2.275	0
6	4.55	-3.05
7	0	-3.05
8	-4.55	-3.05

### 10.3 Azioni caratteristiche impalcato

	<b>N</b>	<b>H<sub>l</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>	
Peso	1152	0	0	0	G

### 10.4 Azioni sismiche spiccato pila

- Analisi modale

#### *Spettro elastico*

	<b>N</b>	<b>H<sub>l</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>l</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
sisma	0	908	0	-	0
sisma	0	0	465	0	4870
sisma	645	0	0	0	0

### 10.5 Combinazioni SLU al baricentro palificata

<b>Sisma - A1+M1</b>					
<b>COMB.</b>	<b>N</b>	<b>H<sub>l</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>l</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
1	21468.38	908.00	139.50	-	1809.75
2	21081.38	908.00	139.50	-	1809.75
3	21468.38	272.40	465.00	-	6032.50
4	21081.38	272.40	465.00	-	6032.50
5	21919.88	272.40	139.50	-	1809.75
6	20629.88	272.40	139.50	-	1809.75

## 10.6 Sollecitazioni SLU sui pali di fondazione

<b>Sisma - A1+M1</b>			
<b>COMB.</b>	<b>N<sub>max</sub></b>	<b>N<sub>min</sub></b>	<b>V<sub>max</sub></b>
1	3262.10	2105.00	114.83
2	3213.72	2056.62	114.83
3	3125.22	2241.87	67.36
4	3076.85	2193.50	67.36
5	2975.42	2504.55	38.26
6	2814.17	2343.30	38.26

## 10.7 Verifica SLU palo

- Pressoflessione

Lunghezza elastica palo  $L_0$  **4.07** m

### Condizione $M_{max}$

	Esercizio	Sisma
$V_{max}$	0	114.83
$M_{max}$	0	233.44
$N_{max}(M_{max})$	0	3262.10
$N_{min}(M_{max})$	0	2056.62

### Condizione $N_{min}$

	Esercizio	Sisma
$V_{max}(N_{min})$	0	114.83
$M_{max}(N_{min})$	0	233.44
$N_{min}$	0	2056.62

Diametro 24 mm  
n° barre 20  
Copriferro 6.5 cm

		N	M	$M_u$	C.s.
Sisma	$N_{max}(M_{max})$	3262.10	233.44	2572.83	11.02
	$N_{min}(M_{max})$	2056.62	233.44	2333.78	10.00
	$N_{min}$	2056.62	233.44	2333.78	10.00

- Taglio

Diametro staffe 0 mm  
 Numero braccia 0  
 Passo staffe 0 cm

		N	V
Sisma	V <sub>max</sub>	2056.62	114.83
	N <sub>min</sub>	2056.62	114.83

V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	C.S.
497.98	0.00	0.00	4.34
497.98	0.00	0.00	4.34

## 10.8 Verifica SLU platea di fondazione – unghia longitudinale

Distanza long. baricentro zattera - sezione 3.5 m

Diametro barre armatura	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm

- **Pressoflessione**

	N	Traz.	Traz. U	C.s.	Meccanismo resistente
Sisma	0.00	0.00	1038.78	+Infinito	Biella-catena

## 10.9 Verifica SLU platea di fondazione – unghia trasversale

Distanza trasv. baricentro zattera - sezione 3.75 m

Diametro barre armatura	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	6.5	cm
Diametro barre armatura	0	mm



### 11.1.2 Muro paraghiaia

Spessore	0.5	m
Altezza	3.5	m

### 11.1.3 Muri risolto

Spessore in testa		0.5	m
Spessore	allo	1.5	m
Lunghezza		6.25	m
Altezza		10.5	m
Muro risolto	sx	Sì	
Muro risolto	dx	Sì	

### 11.1.4 Platea di fondazione

Altezza zattera		2	m
Dimensione		9.7	m
Dimensione		13.3	m
Lunghezza	unghia	2.35	m

### 11.1.5 Palificata

Pali	x m	y m
1	5.4	3.6
2	1.8	3.6
3	-1.8	3.6
4	-5.4	3.6
5	5.4	0

6	1.8	0
7	-1.8	0
8	-5.4	0
9	5.4	-3.6
10	1.8	-3.6
11	-1.8	-3.6
12	-5.4	-3.6

Si eseguono le verifiche per il solo sisma, in quanto significativamente più gravose di quelle in esercizio.

•

#### 11.1.6 Azioni caratteristiche impalcato

	<b>N</b>	<b>H<sub>l</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>	
Peso	2448	0	0	0	G

#### 11.1.7 Azioni sismiche impalcato

##### Spettro elastico

	<b>N</b>	<b>H<sub>l</sub></b>	<b>H<sub>t</sub></b>	<b>M<sub>l</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>
sisma x	0	195	0	0	0
sisma y	0	0	270	0	0
sisma z	306	0	0	0	0

### 11.1.8 Azioni sismiche terreno

$a_g/g$	0.1550
$F_0$	2.3700
$T_c^*$	0.3055
Coeff. amplificazione topografica $S_t$	1
Categoria suolo di fondazione	C
Spostamenti relativi spalla terreno	No

### 11.1.9 Combinazioni SLU al baricentro palificata

Sisma - A1+M1					
COMB.	N	$H_l$	$H_t$	$M_l$	$M_t$
1	31522.28	10344.94	5901.92	-	32799.88
2	29592.41	10344.94	5901.92	-	32799.88
3	31522.28	16404.53	2016.28	-	12051.26
4	29592.41	16404.53	2016.28	-	12051.26
5	33773.80	10208.44	1827.28	-	10350.26
6	27340.88	10208.44	1827.28	-	10350.26

- 
- 
- 
-

### 11.1.10 Sollecitazioni SLU sui pali di fondazione

<b>Sisma - A1+M1</b>			
<b>COMB.</b>	<b>N<sub>max</sub></b>	<b>N<sub>min</sub></b>	<b>V<sub>max</sub></b>
1	4046.90	1206.82	992.51
2	3930.40	1001.67	992.51
3	4600.51	653.20	1377.33
4	4484.02	448.05	1377.33
5	3516.55	2112.41	864.22
6	3128.23	1428.58	864.22

### 11.1.11 Verifica SLU palo

- Pressoflessione

Lunghezza elastica palo  $L_0$  **4.07** m

#### Condizione $M_{max}$

	<b>Esercizio</b>	<b>Sisma</b>
$V_{max}$	0	1377.33
$M_{max}$	0	2799.93
$N_{max}(M_{max})$	0	4600.51
$N_{min}(M_{max})$	0	448.05

#### Condizione $N_{min}$

	<b>Esercizio</b>	<b>Sisma</b>
$V_{max}(N_{min})$	0	1377.33
$M_{max}(N_{min})$	0	2799.93
$N_{min}$	0	448.05

Diametro 26 mm  
n° barre 32  
Copriferro 6 cm

		N	M	M <sub>u</sub>	C.s.
Sisma	N <sub>max</sub> (M <sub>max</sub> )	4600.51	2799.93	3900.43	1.39
	N <sub>min</sub> (M <sub>max</sub> )	448.05	2799.93	3103.29	1.11
	N <sub>min</sub>	448.05	2799.93	3103.29	1.11

- Taglio

Diametro staffe 12 mm  
Numero braccia 2  
Passo staffe 5 cm

		N	V	V <sub>Rd no</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	C.s.
Sisma	V <sub>max</sub>	448.05	1377.33	312.11	1546.57	2462.92	1.12
	N <sub>min</sub>	448.05	1377.33	312.11	1546.57	2462.92	1.12

- 

#### 11.1.12 Verifica SLU platea di fondazione – unghia anteriore

Armatura corrente longitudinale		
Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm
Copriferro armatura inferiore	5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	5	cm
Armatura corrente trasversale		
Diametro barre armatura inferiore	26	mm
Passo armatura inferiore	20	cm

Copriferro armatura inferiore	6.5	cm
Diametro barre armatura superiore	26	mm
Passo armatura superiore	20	cm
Copriferro armatura superiore	6.5	cm

- Pressoflessione

	N	Traz.
Sisma	0.00	973.65

Traz. U	C.s.	Meccanismo
1038.77	1.07	Biella - catena

### 11.1.13 Verifica SLU spiccato muro frontale

- Pressoflessione

Diametro barre armatura	26	mm
Passo armatura controterra	10	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori	26	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Sisma		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	739.59	-

M <sub>u</sub>	C.s.
3865.01	1.60

2	698.63	-	3835.40	1.62
3	739.59	-	3865.01	1.00
4	698.63	-	3835.40	1.00
5	787.38	-	3899.43	1.66
6	650.83	-	3800.75	1.74

#### 11.1.14 Verifica SLU spiccato muro paraghiaia

- Pressoflessione

Diametro barre armatura	22	mm
Passo armatura controterra	20	cm
Copriferro armatura controterra	5	cm
Diametro barre armatura fuori	16	mm
Passo armatura fuori terra	20	cm
Copriferro armatura fuori terra	5	cm

Sisma		
COMB.	N	M <sub>I</sub>
1	61.33	-
2	58.32	-

M <sub>u</sub>	C.S. [?]
322.38	1.16
321.72	1.15