

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA897**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. L. Nani

Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Briganti Botta  
Dott. Ing. L. Gagliardini  
Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Bela

Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente



Dott. Arch. E. A. E. Crimi  
Dott. Ing. M. Panfili  
Dott. Arch. P. Ghirelli  
Dott. Ing. D. Pelle

Dott. Ing. L. Ragnacci  
Dott. Arch. A. Strati  
Archeol. M. G. Liseno



Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. C. Consorti

Dott. Ing. F. Aloe  
Dott. Ing. A. Salvemini



Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. F. Macchioni

Dott. Ing. G. Verini Supplizi  
Dott. Ing. V. Piunno  
Geom. C. Sugaroni



Dott. Ing. P. Agnello



IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

**INGEGNERE  
Vladimiro  
ROTISCIANI**

civile ed ambiente  
industriale  
dell'informazione  
**A 376**  
Provincia di TERNI

**OPERE D'ARTE MINORI  
TOMBINO SCATOLARE 3X3 - PROLUNGAMENTO AL KM 19+832  
Relazione di calcolo**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

**L O 4 0 8 Z E 2 1 0 1**

NOME FILE

T04TM32STRRE01A

CODICE  
ELAB.

**T 0 4 T M 3 2 S T R R E 0 1**

REVISIONE

SCALA:

**B**

Varie

**B**

Revisione a seguito Rapporto di Verifica

Novembre 2021

F. Macchioni

V. Rotisciani

N. Granieri

**A**

Emissione

Giugno 2021

F. Macchioni

V. Rotisciani

N. Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>STRATIGRAFIE DI CALCOLO</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>CALCESTRUZZO</b> .....	<b>7</b>
4.1.1	Scelta della classe di esposizione.....	8
4.1.2	Copriferrì.....	8
<b>4.2</b>	<b>ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>5.1</b>	<b>SPETTRI DI RISPOSTA</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>GEOMETRIA DELL'OPERA</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>14</b>
<b>7.1</b>	<b>COPERTURA TOMBINO</b> .....	<b>14</b>
7.1.1	Carichi permanenti strutturali .....	14
7.1.2	Carichi permanenti non strutturali .....	14
7.1.3	Carichi variabili traffico .....	14
7.1.4	Frenatura .....	16
<b>7.2</b>	<b>PLATEA TOMBINO</b> .....	<b>17</b>
7.2.1	Carichi permanenti strutturali .....	17
<b>7.3</b>	<b>PLATEA MURI ALA</b> .....	<b>17</b>
7.3.1	Carichi permanenti strutturali .....	17
<b>7.4</b>	<b>AZIONE DELLA TEMPERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>7.5</b>	<b>SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI</b> .....	<b>17</b>

7.5.1 Pareti tombino .....	18
7.5.2 Muri d'ala.....	20
<b>8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>22</b>
8.1 CONDIZIONI DI CARICO .....	22
8.2 COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
<b>9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO .....</b>	<b>31</b>
9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	31
9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI .....	31
9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI .....	31
9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	32
9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione.....	32
<b>10 RISULTATI DELL'ANALISI.....</b>	<b>36</b>
10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE .....	36
10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	43
10.2.1 Applicazione carichi .....	43
10.2.2 Risultati Sollecitazioni .....	47
10.3 VERIFICHE STRUTTURALI .....	52
10.3.1 Verifiche copertura .....	52
10.3.2 Verifiche pareti .....	53
10.3.3 Verifiche platea di fondazione .....	57
<b>11 VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>59</b>
11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO.....	59
11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE.....	59
<b>12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE .....</b>	<b>62</b>
12.1 PLATEA DI FONDAZIONE .....	62

12.1.1 Tombino .....	62
12.1.2 Muri ala .....	62
<b>12.2 PARETI.....</b>	<b>62</b>
12.2.1 Tombino .....	62
12.2.2 Muri ala .....	62
<b>12.3 SOLAIO DI COPERTURA .....</b>	<b>62</b>

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali del tombino scatolare di sezione 3.00x3.00 m denominato TM32, ubicato alla progressiva km 19+832.33, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaromonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana"".

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

#### 3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	$\gamma'$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E'$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Rilevato stradale esistente	R	18	0	35	-	-
Sabbia/calcareniti	Qc(a)	17.5-18.5	0	38-42	-	80-100
Materiale di sedimentazione (grana grossa)	Pvs-GG	16-18	0	39-41	-	100-150

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

Da 0.00 m a -2.60 m	R	Rilevato stradale esistente
Da -2.60 m a -18.40 m	Qc(a)	Sabbia/calcareniti
Da -18.40 m a -	Pvs-GG	Materiale di sedimentazione (grana grossa)

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "C"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo.

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico misurato si attesta ad una profondità compresa tra circa 15.40 m e 16.40 m dal p.c.. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geologico". Considerata la natura dei terreni e la variabilità marcatamente stagionale dei livelli idrici in progetto si assume, cautelativamente, di considerare il livello di falda medio a **15.40 m dal p.c.**

Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (deg)
R	Riempimento	18	0	35

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1 : 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

#### CALCESTRUZZO TIPO 1 (Platea e pareti tombino)

Classe di resistenza	C32/40 ( $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ )
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC4+XA2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m <sup>3</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.44 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$$

Copriferro di calcolo

5 cm

#### Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

#### 4.1.1 Scelta della classe di esposizione

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si precisa che le strutture di fondazione ed in elevazione risultano interrate ed esposte ad attacco chimico derivante dal terreno o delle acque di invaso, trattandosi di opere che entrano in contatto con acque provenienti dalla piattaforma stradale, caratterizzate da agenti chimici scarsamente o moderatamente aggressivi.

Pertanto si impiega sia per le strutture di fondazione che in elevazione **la Classe di Esposizione XA2** - Calcestruzzo esposto a terreno naturale ed acqua del terreno con caratteristiche chimiche moderatamente aggressive.

#### 4.1.2 Copriferrì

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrì) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti) o monodimensionale (travi, pilastri).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

**Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm**

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Per le strutture in esame sono previsti i seguenti valori di copriferro per ciascuna tipologia di calcestruzzo impiegato:

PLATEA DI FONDAZIONE

Ambiente aggressivo - elementi a piastra - C<sub>min</sub> < C < C<sub>o</sub>

copriferro minimo: 30+10 mm = **40 mm**

PARETI

Ambiente aggressivo - altri elementi (pareti) -  $C_{min} < C < C_0$ :

copriferro minimo: 35+10 mm = **45 mm**

Si impiega pertanto un **copriferro netto per le strutture di fondazione ed in elevazione e per le prolunghe dei passi d'uomo** a contatto con acque moderatamente aggressive pari a **50 mm**.

#### 4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio:  
EN 10002/1° (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969).

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
Coefficiente parziale di sicurezza:	$\phi_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

## 5 CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare i diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Tutti i parametri che definiscono tale caratterizzazione dipendono dalla probabilità di superamento PVR dell'evento sismico nel periodo di riferimento VR.

I parametri sismici per gli interventi in esame fanno riferimento alle coordinate geografiche dell'area:

latitudine: 37.319618 [°]

longitudine: 15.030577 [°]

Gli stati limite rispetto ai quali effettuare le verifiche sono:

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

SLO – Stato limite di operatività

SLD – Stato limite di danno

STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

SLV – Stato limite di salvaguardia della vita

SLC – Stato limite di collasso

Si assume:

- classe d'uso: IV
- vita nominale: 50 anni
- categoria sottosuolo: C
- categoria topografica: T1
- periodo di riferimento: 100 anni
- coefficiente d'uso  $C_U$ : 2

Per costruzioni di classe d'uso IV le verifiche si riferiscono agli SLD, SLV ed SLO.

Per gli scopi progettuali l'azione sismica viene definita mediante forme spettrali dipendenti da tre parametri a loro volta funzione della localizzazione geografica del sito e del periodo di ritorno considerato:

$a_g$  – Accelerazione massima orizzontale al sito

$F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T^*_c$  – Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Nel caso in esame risulta:

	$P_{vr}$ [%]	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [-]
SLO	81	60	0.0756	2.504	0.272
SLD	63	101	0.1046	2.388	0.310
SLV	10	949	0.3687	2.351	0.468
SLC	5	1950	0.5242	2.344	0.528

Dal punto di vista sismico il suolo di fondazione è classificabile come di **categoria "C"**.

L'amplificazione stratigrafica è descritta mediante i coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  che assumono i seguenti valori per ciascuno stato limite considerato:

$$S_S \text{ orizzontale SLO} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLD} = 1.5$$

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.18$$

$$S_T = 1.0 \text{ (categoria T1 - superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con pendenza < 15\%)}$$

Le strutture vengono calcolate come non dissipative impiegando pertanto come spettro di risposta quello elastico definito dai parametri precedentemente riportati.

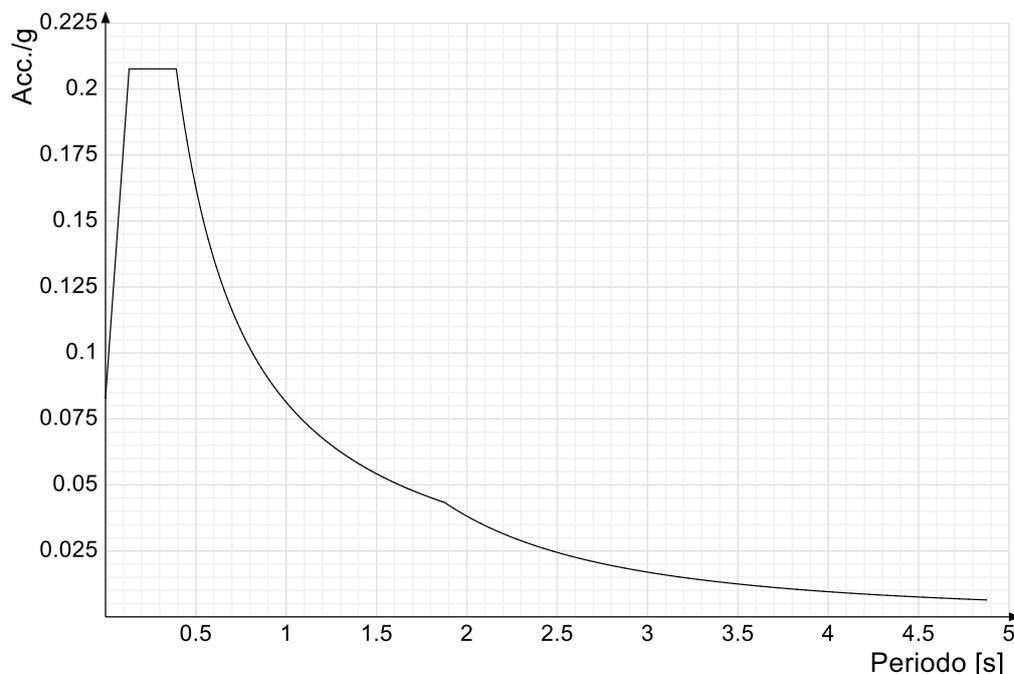
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

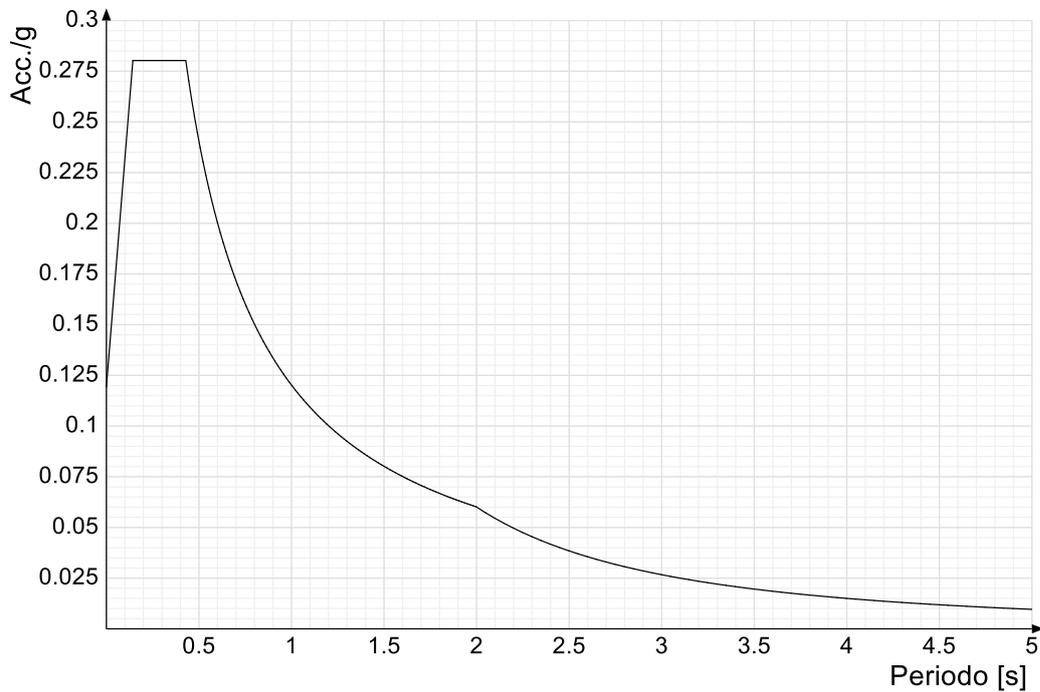
## 5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici e di progetto della componente orizzontale per ciascuno stato limite considerato.

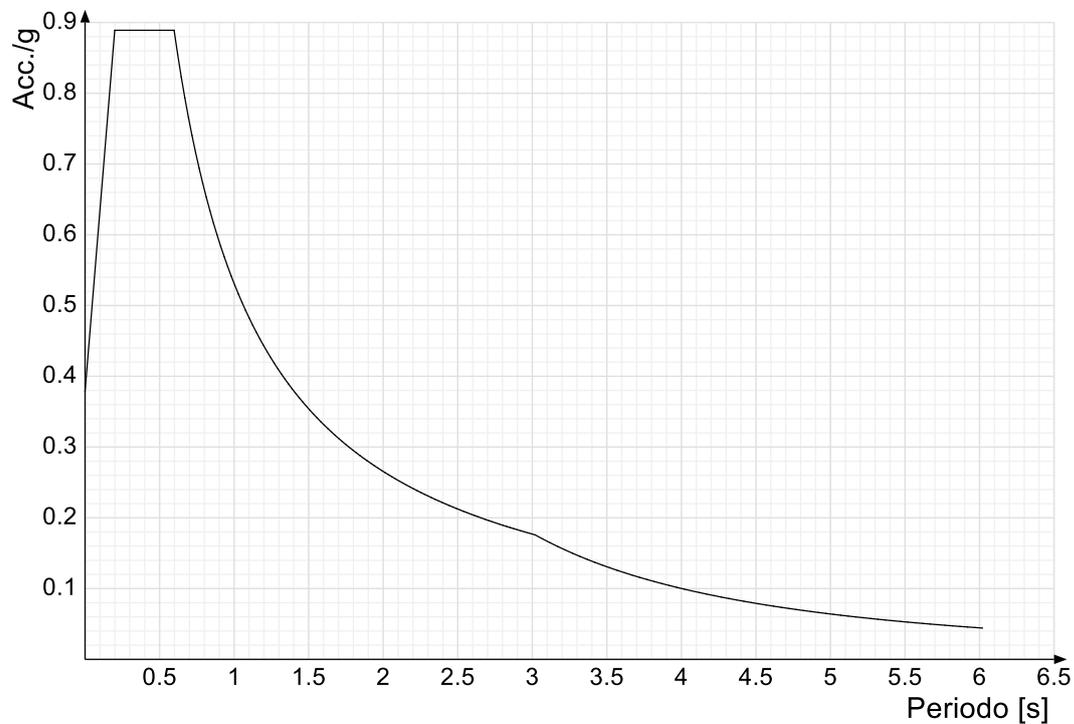
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



## 6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il tombino in oggetto, prolungamento di un tombino scatolare esistente, è costituito da una struttura scatolare in c.a. gettato in opera, di dimensioni interne pari a 6.00 x 3.00 m, con pareti di spessore pari a 50 cm, platea di spessore pari a 50 cm e copertura di spessore pari a 50 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 60.25 m e costituisce l'attraversamento delle due carreggiate stradali principali.

Lo sbocco del tombino presenta muri d'ala di altezza pari a 8.40 m, con spessore di 50 cm.

All'imbocco sono previsti muri d'ala di spessore pari a 40 cm ed altezza pari a 4.00 m.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

## 7 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

I **pesi propri** degli elementi strutturali sono calcolati automaticamente dal software di calcolo associando materiale e sezione alle varie strutture.

Si considerano i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo 25 kN/m<sup>3</sup>

### 7.1 COPERTURA TOMBINO

#### 7.1.1 Carichi permanenti strutturali

Rilevato stradale ( $h_{media}=4.20m$ ,  $p.p = 18 \text{ kN/m}^3$ ) ..... 75.60 kN/m<sup>2</sup>

**Carico permanente strutturale totale  $G_{1k}$**  ..... **75.60 kN/m<sup>2</sup>**

#### 7.1.2 Carichi permanenti non strutturali

Pacchetto stradale ( $h=0.38$ ,  $p.p = 24 \text{ kN/m}^3$ ) ..... 9.12 kN/m<sup>2</sup>

**Carico permanente non strutturale totale  $G_{2k}$**  ..... **9.12 kN/m<sup>2</sup>**

#### 7.1.3 Carichi variabili traffico

Il tombino è ubicato al di sotto della sede stradale, costituita da due carreggiate di larghezza pari a 9.75 m ciascuna.

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2008 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato, per ciascuna carreggiata:

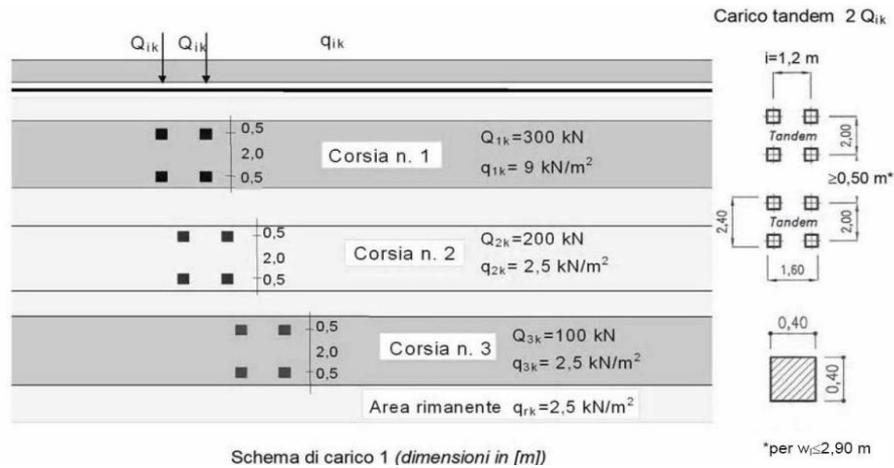
LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w > 6,00m = 9.75 \text{ m}$
CORSIE CONVENZIONALI:	$n = 3$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	0.75m (equamente suddivisa sui due lati)

I carichi mobili da traffico, comprensivi degli effetti dinamici, sono definiti da vari schemi di carico.

Ai fini del calcolo della copertura del tombino in progetto sono applicabili gli Schemi di carico 1 e 2 con una disposizione longitudinale sulle corsie convenzionali tale da ottenere l'effetto più sfavorevole.

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.1** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**



Lo schema è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem  $Q_{ik}$  e da un carico uniformemente distribuito  $q_{ik}$ .

Le zone rimanenti, esterne alle corsie convenzionali, sono soggette ad un carico uniformemente distribuito  $q_{rk}$  pari a  $2.50 \text{ kN/m}^2$ .

Le colonne di carico considerate sono pertanto le seguenti:

Corsia n. 1:

carico distribuito:  $q_1 = 9,00 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$

carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 300 \text{ kN}$

Corsia n. 2:

carico distribuito:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$

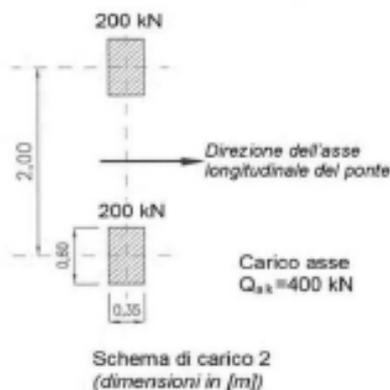
carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 200 \text{ kN}$

Corsia n. 3:

carico distribuito:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$

carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 100 \text{ kN}$

I carichi mobili secondo lo **Schema di carico n.2** (comprensivo degli effetti dinamici) risultano:



Lo schema costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in figura. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

***Dall'applicazione dei due schemi di carico separatamente sulle varie corsie convenzionali ed in varie posizioni lungo l'asse longitudinale delle stesse, come prescritto dalla normativa, ai fini della verifica della suola di copertura, lo Schema di Carico 1 è risultato più gravoso dello Schema di Carico 2. Pertanto si riportano i risultati della modellazione in cui è stato impiegato lo Schema di Carico 1.***

Una porzione di tombino attraversa, inoltre, una terza carreggiata relativa alla viabilità secondaria di larghezza pari a circa 7.00m, per la quale si considerano le seguenti azioni dovute al traffico:

LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w > 6,00\text{m} = 7.00\text{ m}$
CORSIE CONVENZIONALI:	$n = 2$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	1.00m (equamente suddivisa sui due lati)

Le colonne di carico considerate sono pertanto le seguenti:

Corsia n. 1:

carico distribuito:	$q_1 = 9,00\text{ kN/m}^2\text{ kN/m}^2$
carichi concentrati:	$2 \times Q_1 = 2 \times 300\text{ kN}$

#### 7.1.4 Frenatura

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2008 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 370.8\text{ kN}$$

dove:

$$Q_{1k} = 300\text{ kN, carico asse corsia;}$$

$$q_{1k} = 9.00\text{ kN/m}^2, \text{ carico uniformemente distribuito fuori corsia;}$$

$$w_1 = 3.00\text{ m, larghezza della corsia convenzionale;}$$

$$L = 7.00\text{ m, lunghezza della zona caricata.}$$

Nel caso in esame l'azione di frenamento o accelerazione risulta pari a:

$0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 5.00 = 378.90\text{ kN}$  agente lungo la corsia di marcia e uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Pertanto si ha:

$$Q_3 = 378.9 / (7.00) = 54.13\text{ kN/m}$$

## 7.2 PLATEA TOMBINO

### 7.2.1 Carichi permanenti strutturali

A vantaggio di sicurezza si considera un riempimento del tombino pari al massimo grado di riempimento, che corrisponde al 70% dell'altezza interna del tombino ( $H=3.00 \times 0.70= 2.10$  m).

Peso dell'acqua ( $H_{max} = 1.40$ m) .....	<u>21.00</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>21.00 kN/m<sup>2</sup></b>

## 7.3 PLATEA MURI ALA

### 7.3.1 Carichi permanenti strutturali

Peso rilevato stradale ( $h_{media}=4.00$ m, p.p = 18 kN/m <sup>3</sup> ) .....	<u>72.00</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>72.00 kN/m<sup>2</sup></b>

## 7.4 AZIONE DELLA TEMPERATURA

Dal momento che le opere in progetto sono completamente interrato e all'interno è presente acqua si ipotizza un gradiente termico tra la faccia esterna e la faccia interna, con una distribuzione a farfalla di valore pari a +/- 15°.

## 7.5 SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI

Si riportano di seguito i grafici delle spinte del terreno sulle pareti del manufatto tenendo conto della presenza di materiale di riporto a tergo, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

$\gamma_k = 19,0$	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume caratteristico;
$\varphi'_k = 35$	°	angolo di operativo attrito caratteristico.

Considerando che le strutture in esame non sono in grado di subire spostamenti sufficienti alla mobilitazione della spinta attiva le azioni agenti sulle stesse verranno calcolate per mezzo del coefficiente di spinta in quiete. Nel calcolo delle spinte si è tenuto conto di un sovraccarico accidentale sul terreno di 20 kN/m<sup>2</sup>.

I risultati e gli andamenti delle pressioni di progetto (comprehensive dei fattori parziali di sicurezza), sono riportati nelle tabelle seguenti.

**7.5.1 Pareti tombino**

Tutti i valori sono riferiti a una striscia di larghezza unitaria.

**GEOMETRIA MURO E RINTERRO**

$\gamma_M =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0,5	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,5	m	Spessore in testa
$h_1 =$	0,5	m	Altezza suola fondazione
$h =$	3,5	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	4	m	Altezza totale muro

**MODALITA' DI SPINTA**

Spinta in quiete

**PARAMETRI SISMICI**

C Categoria suolo  
T1 - Superficie piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i <= 15^\circ$  Caratteristiche pendio  
Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno Caratteristiche pendio

$a_g =$	0,369	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_g =$	2,351		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_g =$	0,468	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_w =$	1,349		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_C$
$S_g =$	1,179		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S =$	1,179		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,435	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{red} =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,435		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,218		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,218		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	19,67	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	29,10	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$g_{1k}$	$g_{2k}$	$q_{1k}$	
0	0	20	kN/m <sup>2</sup>
$s_{g1k}$	$s_{g2k}$	$s_{q1k}$	
1	1	0,3	

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento  
Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_F$	
1	1	1	1	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

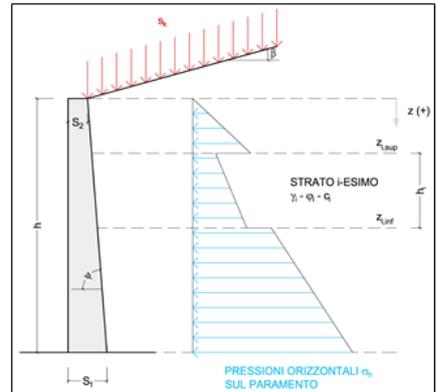
Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

$\gamma_s$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	
1	1	1	
1	1,25	1,25	

Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV  
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

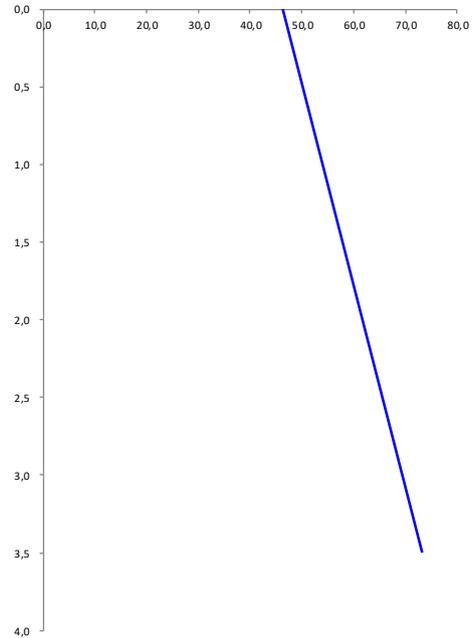
**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

Strato	$z_{sup}$ [m]	$z_{inf}$ [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\sigma,s}$ [-]	$k_{\sigma,s}$ [-]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\sigma,s}$ [-]	$k_{\sigma,s}$ [-]
1	0,00	3,50	3,50	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
2	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
3	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
4	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
5	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
6	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
7	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
8	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
9	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
10	3,50	3,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212



PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	$z_{sup} / z_{inf}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale litostatica $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
			$\sigma_{vd}$ Terreno [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>46,43</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
2	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
3	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
4	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
5	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
6	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
7	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
8	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
9	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
10	3,50	0,43	63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>
	3,50		63,0	26,86	0,00	0,00	8,53	5,44	31,35	0,00	0,00	1,11	<b>73,30</b>



**7.5.2 Muri d'ala**

Tutti i valori sono riferiti a una striscia di larghezza unitaria.

**GEOMETRIA MURO E RINTERRO**

$\gamma_M =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0,4	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,4	m	Spessore in testa
$h_1 =$	0,5	m	Altezza suola fondazione
$h =$	4	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	4,5	m	Altezza totale muro

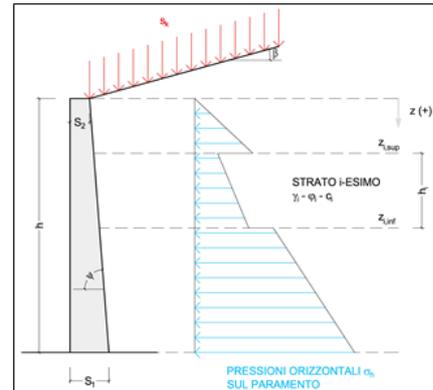
**MODALITA' DI SPINTA**

Spinta in quiete

**PARAMETRI SISMICI**

C Categoria suolo  
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i <= 15^\circ$  Caratteristiche pendio  
Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno Caratteristiche pendio

$a_g =$	0,369	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_0 =$	2,351		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_p =$	0,468	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_w =$	1,349		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_C$
$S_1 =$	1,179		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_2 =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S_3 =$	1,179		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,435	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{red} =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,435		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,218		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,218		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	19,67	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	29,10	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso



**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$g_{1k}$	$g_{2k}$	$q_{1k}$	
0	0	20	kN/m <sup>2</sup>
$s_{s1k}$	$s_{s2k}$	$s_{s1k}$	
1	1	0,3	

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento  
Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

**Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi**

$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_F$	
1	1	1	1	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)  
Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

**Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

$\gamma_c$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c'$	
1	1	1	
1	1,25	1,25	

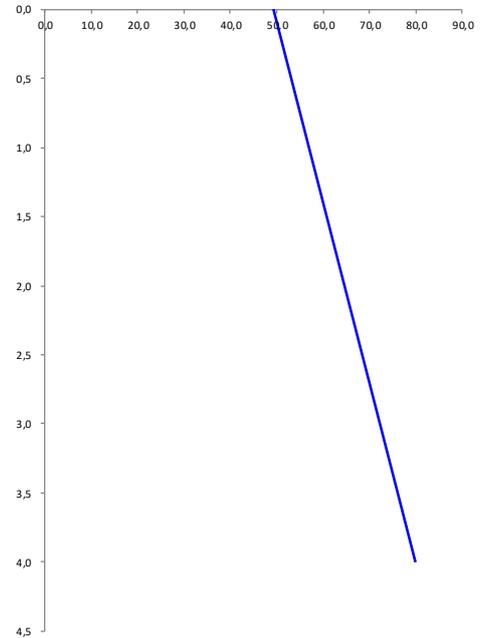
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV  
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

Strato	$z_{sup}$ [m]	$z_{inf}$ [m]	$h$ [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICHI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]
1	0,00	4,00	4,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
2	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
3	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
4	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
5	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
6	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
7	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
8	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
9	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212
10	4,00	4,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,534	0,816	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,655	1,212

**PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV**

STRATO	$Z_{sup} / Z_{inf}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale filostatica $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m <sup>2</sup> ]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
			$\sigma_{vd}$ Terreno [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]									
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>49,26</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
2	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
3	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
4	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
5	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
6	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
7	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
8	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
9	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
10	4,00	0,43	72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>
	4,00		72,0	30,70	0,00	0,00	8,53	4,35	35,26	0,00	0,00	1,11	<b>79,96</b>



## 8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.1 CONDIZIONI DI CARICO

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

Descrizione	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Pesi strutturali	Permanente			
Permanenti portati	Permanente			
Variabile traffico_TANDEM	Media	0.75	0.75	0
Variabile traffico_distribuito	Media	0.4	0.4	0
Spinta sismica terreno	Istantaneo	0	0	0
Frenatura	Media	0	1	0
$\Delta T$	Media	0.6	0.6	0.5
Sisma X SLV				
Sisma Y SLV				
Sisma Z SLV				
Eccentricità Y per sisma X SLV				
Eccentricità X per sisma Y SLV				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				
Terreno sisma X SLV				
Terreno sisma Y SLV				
Terreno sisma Z SLV				
Terreno sisma X SLO				
Terreno sisma Y SLO				
Terreno sisma Z SLO				

Una rappresentazione grafica dei carichi agenti per ciascuna delle singole condizioni è fornita ai paragrafi successivi.

### 8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.14 gennaio 2008.

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \times Q_{k2} + \Psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

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

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

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

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

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \times Q_{k1} + \Psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

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

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_P=1$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza sono riportati nelle tabelle seguenti.

Famiglia SLU

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
1	SLU 1	1	0	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0	0	0	0	1.5	-0.9
5	SLU 5	1	0	0	0	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0	0	0	0	1.5	0.9
7	SLU 7	1	0	0	0.6	0	0	-1.5
8	SLU 8	1	0	0	0.6	0	0	1.5
9	SLU 9	1	0	0	0.6	0	1.5	-0.9
10	SLU 10	1	0	0	0.6	0	1.5	0
11	SLU 11	1	0	0	0.6	0	1.5	0.9
12	SLU 12	1	0	0	1.5	0	0	-0.9
13	SLU 13	1	0	0	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1	0	0	1.5	0	0	0.9
15	SLU 15	1	0	1.125	0	0	0	-1.5
16	SLU 16	1	0	1.125	0	0	0	1.5
17	SLU 17	1	0	1.125	0	0	1.5	-0.9
18	SLU 18	1	0	1.125	0	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0	1.125	0	0	1.5	0.9
20	SLU 20	1	0	1.125	0.6	0	0	-1.5
21	SLU 21	1	0	1.125	0.6	0	0	1.5
22	SLU 22	1	0	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
23	SLU 23	1	0	1.125	0.6	0	1.5	0
24	SLU 24	1	0	1.125	0.6	0	1.5	0.9
25	SLU 25	1	0	1.125	1.5	0	0	-0.9
26	SLU 26	1	0	1.125	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	0	1.125	1.5	0	0	0.9
28	SLU 28	1	0	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1	0	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1	0	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1	0	1.5	0.6	0	0	-0.9
32	SLU 32	1	0	1.5	0.6	0	0	0
33	SLU 33	1	0	1.5	0.6	0	0	0.9
34	SLU 34	1	1.5	0	0	0	0	-1.5
35	SLU 35	1	1.5	0	0	0	0	0
36	SLU 36	1	1.5	0	0	0	0	1.5
37	SLU 37	1	1.5	0	0	0	1.5	-0.9
38	SLU 38	1	1.5	0	0	0	1.5	0

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
39	SLU 39	1	1.5	0	0	0	1.5	0.9
40	SLU 40	1	1.5	0	0.6	0	0	-1.5
41	SLU 41	1	1.5	0	0.6	0	0	1.5
42	SLU 42	1	1.5	0	0.6	0	1.5	-0.9
43	SLU 43	1	1.5	0	0.6	0	1.5	0
44	SLU 44	1	1.5	0	0.6	0	1.5	0.9
45	SLU 45	1	1.5	0	1.5	0	0	-0.9
46	SLU 46	1	1.5	0	1.5	0	0	0
47	SLU 47	1	1.5	0	1.5	0	0	0.9
48	SLU 48	1	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
49	SLU 49	1	1.5	1.125	0	0	0	1.5
50	SLU 50	1	1.5	1.125	0	0	1.5	-0.9
51	SLU 51	1	1.5	1.125	0	0	1.5	0
52	SLU 52	1	1.5	1.125	0	0	1.5	0.9
53	SLU 53	1	1.5	1.125	0.6	0	0	-1.5
54	SLU 54	1	1.5	1.125	0.6	0	0	1.5
55	SLU 55	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
56	SLU 56	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	0
57	SLU 57	1	1.5	1.125	0.6	0	1.5	0.9
58	SLU 58	1	1.5	1.125	1.5	0	0	-0.9
59	SLU 59	1	1.5	1.125	1.5	0	0	0
60	SLU 60	1	1.5	1.125	1.5	0	0	0.9
61	SLU 61	1	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
62	SLU 62	1	1.5	1.5	0	0	0	0
63	SLU 63	1	1.5	1.5	0	0	0	0.9
64	SLU 64	1	1.5	1.5	0.6	0	0	-0.9
65	SLU 65	1	1.5	1.5	0.6	0	0	0
66	SLU 66	1	1.5	1.5	0.6	0	0	0.9
67	SLU 67	1.3	0	0	0	0	0	-1.5
68	SLU 68	1.3	0	0	0	0	0	0
69	SLU 69	1.3	0	0	0	0	0	1.5
70	SLU 70	1.3	0	0	0	0	1.5	-0.9
71	SLU 71	1.3	0	0	0	0	1.5	0
72	SLU 72	1.3	0	0	0	0	1.5	0.9
73	SLU 73	1.3	0	0	0.6	0	0	-1.5
74	SLU 74	1.3	0	0	0.6	0	0	1.5
75	SLU 75	1.3	0	0	0.6	0	1.5	-0.9
76	SLU 76	1.3	0	0	0.6	0	1.5	0
77	SLU 77	1.3	0	0	0.6	0	1.5	0.9
78	SLU 78	1.3	0	0	1.5	0	0	-0.9
79	SLU 79	1.3	0	0	1.5	0	0	0
80	SLU 80	1.3	0	0	1.5	0	0	0.9
81	SLU 81	1.3	0	1.125	0	0	0	-1.5
82	SLU 82	1.3	0	1.125	0	0	0	1.5
83	SLU 83	1.3	0	1.125	0	0	1.5	-0.9
84	SLU 84	1.3	0	1.125	0	0	1.5	0
85	SLU 85	1.3	0	1.125	0	0	1.5	0.9
86	SLU 86	1.3	0	1.125	0.6	0	0	-1.5
87	SLU 87	1.3	0	1.125	0.6	0	0	1.5
88	SLU 88	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
89	SLU 89	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	0
90	SLU 90	1.3	0	1.125	0.6	0	1.5	0.9
91	SLU 91	1.3	0	1.125	1.5	0	0	-0.9
92	SLU 92	1.3	0	1.125	1.5	0	0	0
93	SLU 93	1.3	0	1.125	1.5	0	0	0.9
94	SLU 94	1.3	0	1.5	0	0	0	-0.9
95	SLU 95	1.3	0	1.5	0	0	0	0
96	SLU 96	1.3	0	1.5	0	0	0	0.9
97	SLU 97	1.3	0	1.5	0.6	0	0	-0.9
98	SLU 98	1.3	0	1.5	0.6	0	0	0
99	SLU 99	1.3	0	1.5	0.6	0	0	0.9
100	SLU 100	1.3	1.5	0	0	0	0	-1.5
101	SLU 101	1.3	1.5	0	0	0	0	0
102	SLU 102	1.3	1.5	0	0	0	0	1.5
103	SLU 103	1.3	1.5	0	0	0	1.5	-0.9
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0.9
106	SLU 106	1.3	1.5	0	0.6	0	0	-1.5
107	SLU 107	1.3	1.5	0	0.6	0	0	1.5
108	SLU 108	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	-0.9
109	SLU 109	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
110	SLU 110	1.3	1.5	0	0.6	0	1.5	0.9
111	SLU 111	1.3	1.5	0	1.5	0	0	-0.9
112	SLU 112	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0
113	SLU 113	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0.9
114	SLU 114	1.3	1.5	1.125	0	0	0	-1.5
115	SLU 115	1.3	1.5	1.125	0	0	0	1.5
116	SLU 116	1.3	1.5	1.125	0	0	1	-0.9
117	SLU 117	1.3	1.5	1.125	0	0	1	0
118	SLU 118	1.3	1.5	1.125	0	0	1	0.9
119	SLU 119	1.3	1.5	1.125	0.6	0	0	-1.5
120	SLU 120	1.3	1.5	1.125	0.6	0	0	1.5
121	SLU 121	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	-0.9
122	SLU 122	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	0
123	SLU 123	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	0.9
124	SLU 124	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	-0.9
125	SLU 125	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	0
126	SLU 126	1.3	1.5	1.125	1.5	0	0	0.9
127	SLU 127	1.3	1.5	1.5	0	0	0	-0.9
128	SLU 128	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
129	SLU 129	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0.9
130	SLU 130	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	-0.9
131	SLU 131	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	0
132	SLU 132	1.3	1.5	1.5	0.6	0	0	0.9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	1	1	0	0	0	1	-0.6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	1	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	1	0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0.4	0	0	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0.4	0	0	1
9	SLE RA 9	1	1	0	0.4	0	1	-0.6
10	SLE RA 10	1	1	0	0.4	0	1	0
11	SLE RA 11	1	1	0	0.4	0	1	0.6
12	SLE RA 12	1	1	0	1	0	0	-0.6
13	SLE RA 13	1	1	0	1	0	0	0
14	SLE RA 14	1	1	0	1	0	0	0.6
15	SLE RA 15	1	1	0.75	0	0	0	-1
16	SLE RA 16	1	1	0.75	0	0	0	1
17	SLE RA 17	1	1	0.75	0	0	1	-0.6
18	SLE RA 18	1	1	0.75	0	0	1	0
19	SLE RA 19	1	1	0.75	0	0	1	0.6
20	SLE RA 20	1	1	0.75	0.4	0	0	-1
21	SLE RA 21	1	1	0.75	0.4	0	0	1
22	SLE RA 22	1	1	0.75	0.4	0	1	-0.6
23	SLE RA 23	1	1	0.75	0.4	0	1	0
24	SLE RA 24	1	1	0.75	0.4	0	1	0.6
25	SLE RA 25	1	1	0.75	1	0	0	-0.6
26	SLE RA 26	1	1	0.75	1	0	0	0
27	SLE RA 27	1	1	0.75	1	0	0	0.6
28	SLE RA 28	1	1	1	0	0	0	-0.6
29	SLE RA 29	1	1	1	0	0	0	0
30	SLE RA 30	1	1	1	0	0	0	0.6
31	SLE RA 31	1	1	1	0.4	0	0	-0.6
32	SLE RA 32	1	1	1	0.4	0	0	0
33	SLE RA 33	1	1	1	0.4	0	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0.6
3	SLE FR 3	1	1	0	0.4	0	1	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.4	0	1	0.5
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	0	1	0

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
6	SLE FR 6	1	1	0.75	0	0	1	0.5

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	-0.5
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	0	0	0.5

Famiglia SLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLO 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLO 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLO 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
19	SLO 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLO 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLO 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLO 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLO 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLO 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLO 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLO 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLO 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLO 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLO 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLO 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLO 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLO 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLO 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLO 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLO 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLO 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLO 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
22	SLO 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLO 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLO 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLO 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLO 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLO 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLO 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLO 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLO 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLO 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLO 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLD 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0	0	0	0	0	1
17	SLD 17	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
18	SLD 18	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
19	SLD 19	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
20	SLD 20	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
21	SLD 21	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
22	SLD 22	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
23	SLD 23	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
24	SLD 24	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
25	SLD 25	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
26	SLD 26	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
27	SLD 27	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
28	SLD 28	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
29	SLD 29	1	1	0	0.3	0	0	0	1
30	SLD 30	1	1	0	0.3	0	0	0	1
31	SLD 31	1	1	0	0.3	0	0	0	1
32	SLD 32	1	1	0	0.3	0	0	0	1
33	SLD 33	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
34	SLD 34	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
35	SLD 35	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
36	SLD 36	1	1	0	0.3	0	0	0	-1
37	SLD 37	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
38	SLD 38	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
39	SLD 39	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
40	SLD 40	1	1	0	0.3	0	0	0	-0.3
41	SLD 41	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
42	SLD 42	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
43	SLD 43	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
44	SLD 44	1	1	0	0.3	0	0	0	0.3
45	SLD 45	1	1	0	0.3	0	0	0	1
46	SLD 46	1	1	0	0.3	0	0	0	1
47	SLD 47	1	1	0	0.3	0	0	0	1
48	SLD 48	1	1	0	0.3	0	0	0	1

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLD 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLD 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLD 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLD 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLD 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLD 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLD 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLD 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLD 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLD 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLD 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLD 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLD 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLD 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLD 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLD 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
33	SLD 33	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
34	SLD 34	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
35	SLD 35	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
36	SLD 36	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
37	SLD 37	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
38	SLD 38	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
39	SLD 39	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
40	SLD 40	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
41	SLD 41	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
42	SLD 42	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
43	SLD 43	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
44	SLD 44	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
45	SLD 45	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
46	SLD 46	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
47	SLD 47	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
48	SLD 48	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLV 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
15	SLV 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLV 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLV 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLV 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
19	SLV 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLV 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLV 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLV 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLV 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLV 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLV 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLV 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLV 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLV 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLV 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLV 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLV 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLV 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLV 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLV 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLV 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLV 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLV 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLV 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLV 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLV 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLV 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLV 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLV 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLV 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLV 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLV 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLV 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLV 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV fondazioni

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
1	SLV FO 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLV FO 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLV FO 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLV FO 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLV FO 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLV FO 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLV FO 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLV FO 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLV FO 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLV FO 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLV FO 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLV FO 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLV FO 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLV FO 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
15	SLV FO 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLV FO 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLV FO 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLV FO 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
19	SLV FO 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLV FO 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLV FO 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
22	SLV FO 22	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
23	SLV FO 23	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
24	SLV FO 24	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3
25	SLV FO 25	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
26	SLV FO 26	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
27	SLV FO 27	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
28	SLV FO 28	1	1	0	0	1	0	0.5	0.3
29	SLV FO 29	1	1	0	0	1	0	0.5	1
30	SLV FO 30	1	1	0	0	1	0	0.5	1
31	SLV FO 31	1	1	0	0	1	0	0.5	1
32	SLV FO 32	1	1	0	0	1	0	0.5	1

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV FO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV FO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV FO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV FO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV FO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV FO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV FO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV FO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV FO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV FO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV FO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV FO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV FO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV FO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV FO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV FO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLV FO 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLV FO 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLV FO 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLV FO 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLV FO 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLV FO 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
23	SLV FO 23	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
24	SLV FO 24	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
25	SLV FO 25	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
26	SLV FO 26	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
27	SLV FO 27	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
28	SLV FO 28	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
29	SLV FO 29	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
30	SLV FO 30	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
31	SLV FO 31	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
32	SLV FO 32	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

## 9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

### 9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche delle strutture analizzate sono state eseguite mediante l'ausilio di codici di calcolo di comprovata validità. Si riportano di seguito le informazioni relative al codice impiegato e gli estremi della licenza d'uso.

Nominativo	SismiCAD 12.17
Produttore	Concrete s.r.l, Padova
Nome utente finale	ICARIA s.r.l
Numero licenza	9692559

### 9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto.

Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

### 9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI

Per verificare la bontà delle elaborazioni eseguite, sono stati effettuati controlli manuali su schemi di calcolo semplificati degli elementi strutturali principali delle opere in progetto.

In particolare sono state valutate le sollecitazioni sulla copertura, considerando uno schema statico a piastra omogenea e isotropa, vincolata alle estremità su tre lati.

I calcoli hanno condotto a risultati confrontabili con quanto ottenuto dalla modellazione numerica e pertanto si ritiene che i risultati della stessa siano significativi e rappresentativi dell'effettivo comportamento della struttura.

Si riporta, pertanto, di seguito il calcolo delle sollecitazioni sulla porzione di sbocco della copertura del tombino scatolare, schematizzandola come piastra omogenea e isotropa vincolata alle estremità su tre lati, sulla quale agisce il carico distribuito dovuto all'azione accidentale del terreno a tergo della piastra stessa.

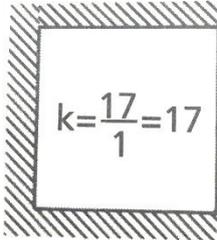
Per il calcolo delle sollecitazioni si impiega il metodo semplificato di Grashov per la soluzione del problema della piastra rettangolare comunque vincolata.

Le sollecitazioni flettenti e taglianti per piastre omogenee e isotrope si calcolano nei due sensi  $l_x$  e  $l_y$  secondo lo schema statico dipendente dai vincoli di estremità, con il carico di competenza:

$$p_x = p_{tot} \cdot \frac{l_y^4}{Kl_x^4 + l_y^4}$$

$$p_y = p_{tot} - p_x$$

Lo schema adottato è quello di piastra con vincolo di incastro su tre lati, come riportato nell'immagine di seguito:



Le caratteristiche della piastra sono (si considera nella direzione parallela all'asse del tombino, corrispondente all'asse x, una porzione di larghezza unitaria):

$$l_x = 1.00 \text{ m}$$

$$l_y = 7.00 \text{ m}$$

$$p_{\text{tot}} = 9.12 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 9.06 \text{ kN/m}$$

$$p_y = 0.07 \text{ kN/m}$$

In direzione x, considerando una striscia di 1 m e uno schema a doppio semincastro si ha:

$$M_x = p_x l_x^2 / 2 = 4.53 \text{ kNm}$$

$$M_y = p_y l_y^2 / 12 = 0.26 \text{ kNm}$$

Le sollecitazioni ottenute dall'analisi agli elementi finiti per la combinazione considerata risultano:

$$M_{xx} = 4.15 \text{ kN m}$$

$$M_{yy} = 0.70 \text{ kN m}$$

Il confronto tra quanto ottenuto dalla modellazione numerica ed i calcoli semplificati evidenzia valori delle sollecitazioni confrontabili e pertanto si ritiene che il modello di calcolo sia significativo e rappresentativo dell'effettivo comportamento della struttura.

## 9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I risultati dell'elaborazione sono presentati in modo tale da costituire una sintesi completa ed efficace del comportamento della struttura, sia mediante l'ausilio di schemi grafici riportanti le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate e l'entità delle azioni, sia esplicitando i tabulati numerici con l'esito delle principali verifiche, i dati di input, le combinazioni di carico.

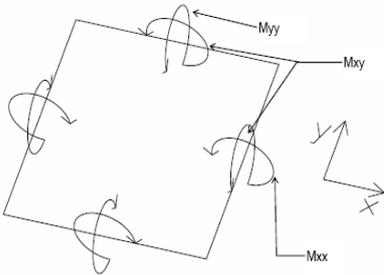
### 9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;

- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;
- momento torcente M1 (Mt): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di momento torcente positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- momento M2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di M2 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 3 negativo;
- momento M3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di M3 positivo viene disegnato dalla parte del semiasse 2 negativo.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



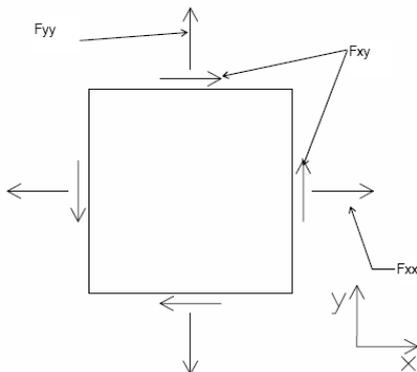
si definiscono:

$M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

$F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Fyy: sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Fxy: sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

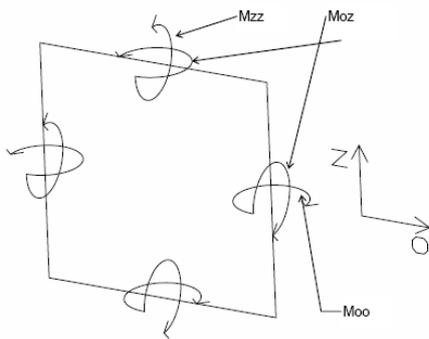
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

Vy: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Gusci verticali: pareti e muri

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: "origine appartenente al piano dell'elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa". In particolare l'asse O è orizzontale e l'asse z parallelo ed equiverso con l'asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

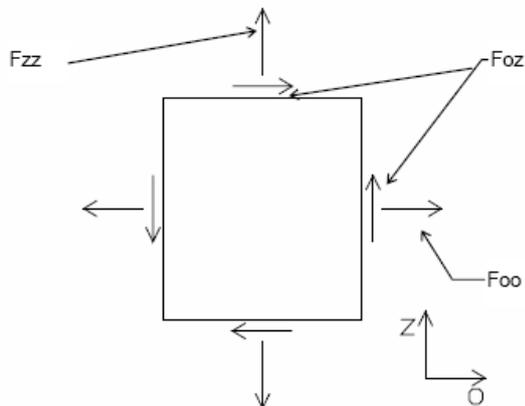
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



Moo: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Mzz: momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

Moz: momento "torcente" distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura). Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione Foo, Fzz, Foz sono rispettivamente:



Fzz: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

## 10 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.17 della Concrete.

Si riportano di seguito i risultati della modellazione ed i dati di input utilizzati.

### 10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE

Si riportano di seguito i dati di input del modello di calcolo.

#### 1 Dati generali

##### 1.1 Materiali

##### 1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m<sup>2</sup>]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m<sup>2</sup>]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	γ	α
C32/40	40000	33642778	Default (15292172)	0.1	25	0.00001

##### 1.1.2 Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

Incr.compr.: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

E.traz.: modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

Incr.traz.: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

EpsEt: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C32/40	No	Si	33642778	0.001	-0.002	-0.0035	33642778	0.001	0.0000645	0.0000709

##### 1.1.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

σamm.: tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m<sup>2</sup>]

γ: peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

2 Preferenze commessa  
2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2
Vn	50
Classe d'uso	IV
Vr	100
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	Siracusa, Carlentini, Carlentini Nord;
Latitudine	ED50 37,3196° (37°19' 11");
Longitudine	ED50 15,0306° (15° 1' 50");
Altitudine s.l.m.	18,71 m.
Zona sismica	Zona 2
Categoria del suolo	C - sabbie ed argille medie
Categoria topografica	T1
Ss orizzontale SLO	1.5
Tb orizzontale SLO	0.146[s]
Tc orizzontale SLO	0.439[s]
Td orizzontale SLO	1.903[s]
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.16[s]
Tc orizzontale SLD	0.479[s]
Td orizzontale SLD	2.019[s]
Ss orizzontale SLV	1.18
Tb orizzontale SLV	0.21[s]
Tc orizzontale SLV	0.631[s]
Td orizzontale SLV	3.075[s]
Ss verticale	1
Tb verticale	0.05[s]
Tc verticale	0.15[s]
Td verticale	1[s]
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0756
Fo SLO	2.504
Tc* SLO	0.272
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.1046
Fo SLD	2.388
Tc* SLD	0.31
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.3687
Fo SLV	2.351
Tc* SLV	0.468
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0[deg]
Quota dello '0' sismico	0[m]
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	8.4[m]
C1	0.05
T1	0.247[s]
Lambda SLO	0.85
Lambda SLD	0.85
Lambda SLV	0.85
Lambda verticale	0.85
Numero modi	15

Metodo di Ritz	non applicato
Torsione accidentale semplificata	No
Torsione accidentale per piani (livelli e falde) flessibili	No
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	0[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	0[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"	0[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"	0[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 2"	0[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 2"	0[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 3"	0[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 3"	0[m]
Limite spostamenti interpiano	0.005
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1
Fattore di struttura per sisma X	1
Fattore di struttura per sisma Y	1
Fattore di struttura per sisma Z	1
Applica 1% (§ 3.1.1)	No
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
2.1.3.1 Normativa di verifica in uso	
Norma di verifica	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 14-01-08 (N.T.C.)
Alluminio	Preferenze di verifica alluminio EC9
Pannelli in gessofibra (N.T.C.)	Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 14-01-08
2.1.3.2 Normativa di verifica C.A.	
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45
Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7
Dimensione limite fessure $w_1$ §4.1.2.2.4.1	0.0002[m]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4.1	0.0003[m]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4.1	0.0004[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No
2.1.3.4 Normativa di verifica acciaio	
$\gamma_{m0}$	1.05
$\gamma_{m1}$	1.05
$\gamma_{m2}$	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per M <sub>cr</sub>	automatico
Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata	unitari

Verifica semplificata conservativa	no
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.76)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.4 e 7.5.4.6	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	no
<b>2.1.4 Preferenze FEM</b>	
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.5[m]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.5[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento
Metodo P-Delta	non utilizzato
Analisi buckling	non utilizzata
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1
Tolleranza di parallelismo	4.99[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1[m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	AspenTech MA57
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico
<b>2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM</b>	
Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50
<b>2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali</b>	
Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001[kN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001[kN/m]

## 2 Quote

### 2.3.1 Livelli

*Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.*

*Descrizione: nome assegnato al livello.*

*Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]*

*Spessore: spessore del livello. [m]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.5
L2	Piano 1	3.5	0.5
L3	Piano 2	4	0
L4	Piano 3	8.4	0

### 2.3.3 Tronchi

*Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.*

*Descrizione: nome assegnato al tronco.*

*Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]*

*Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]*

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1
T2	Piano 1 - Piano 2	Piano 1	Piano 2
T3	Fondazione - Piano 2	Fondazione	Piano 2
T4	Piano 1 - Piano 3	Piano 1	Piano 3
T5	Fondazione - Piano 3	Fondazione	Piano 3

## 2.2 Azioni e carichi

### 1.5 Definizioni di carichi concentrati

*Nome: nome identificativo della definizione di carico.*

*Valori: valori associati alle condizioni di carico.*

*Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.*

*Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.*

*Fx: componente X del carico concentrato. [kN]*

*Fy: componente Y del carico concentrato. [kN]*

*Fz: componente Z del carico concentrato. [kN]*

*Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [kN\*m]*

*My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [kN\*m]*

*Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [kN\*m]*

Nome	Condizione	Valori					
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Descrizione							
CARICO TANDEM_CORSIA_1	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-150	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0
CARICO TANDEM_CORSIA_2	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-100	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0
CARICO TANDEM_CORSIA_3	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	-50	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	0	0	0	0

### 1.5 Definizioni di carichi lineari

*Nome: nome identificativo della definizione di carico.*

*Valori: valori associati alle condizioni di carico.*

*Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.*

*Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.*

*Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]*

*Fx f.:* valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]  
*Fy i.:* valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]  
*Fy f.:* valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]  
*Fz i.:* valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]  
*Fz f.:* valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]  
*Mx i.:* valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]  
*Mx f.:* valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]  
*My i.:* valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]  
*My f.:* valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]  
*Mz i.:* valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]  
*Mz f.:* valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Descrizione													
FRENAMENTO	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	54.1	54.1	0	0	0	0	0	0	0	0

#### 2.2.7 Definizioni di carichi superficiali

*Nome:* nome identificativo della definizione di carico.

*Valori:* valori associati alle condizioni di carico.

*Condizione:* condizione di carico a cui sono associati i valori.

*Descrizione:* nome assegnato alla condizione elementare.

*Valore:* modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m<sup>2</sup>]

*Applicazione:* modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
Descrizione			
COPERTURA	Pesi strutturali	75.6	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_1	Pesi strutturali	75.6	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	9	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3	Pesi strutturali	75.6	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	21	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
Platea_muri_ala	Pesi strutturali	72	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
COPERTURA_2	Pesi strutturali	8.1	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale

2.2.9 Definizioni di carichi potenziali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m<sup>2</sup>]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m<sup>2</sup>]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Spinta_parete_tombino	Pesi strutturali	0	3.6	26.86	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	3.6	8.53	0
	Spinta sismica terreno	31.35	3.6	31.35	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	4	30.7	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	4	8.53	0
	Spinta sismica terreno	35.26	4	35.26	0
	Frenatura	0	0	0	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

## 10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

### 10.2.1 Applicazione carichi

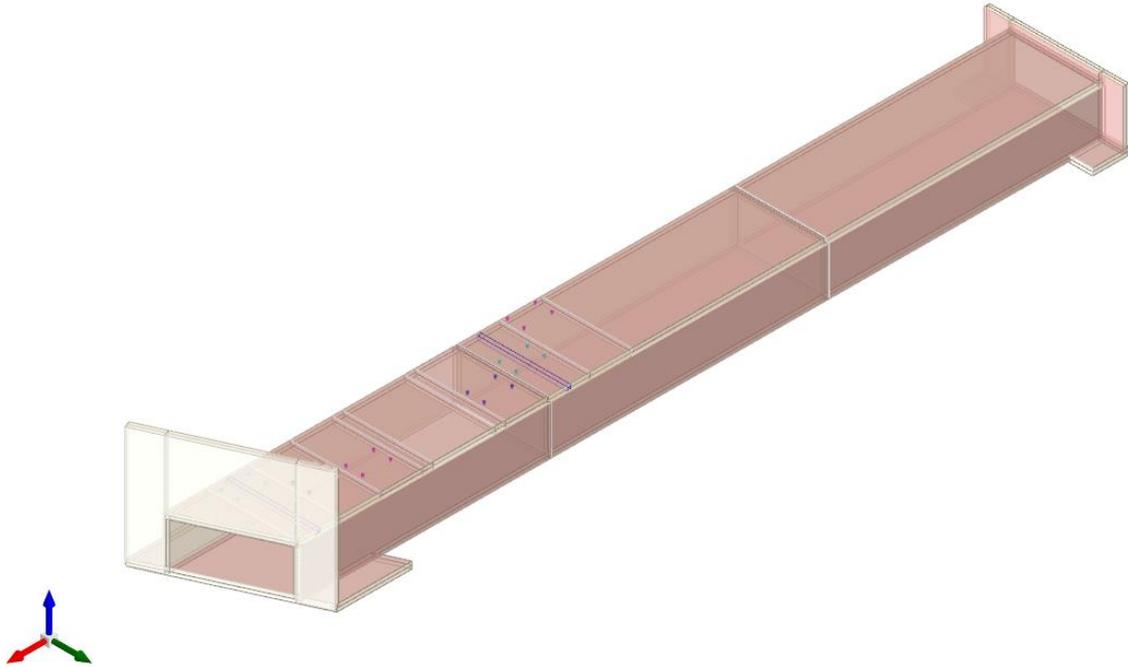


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

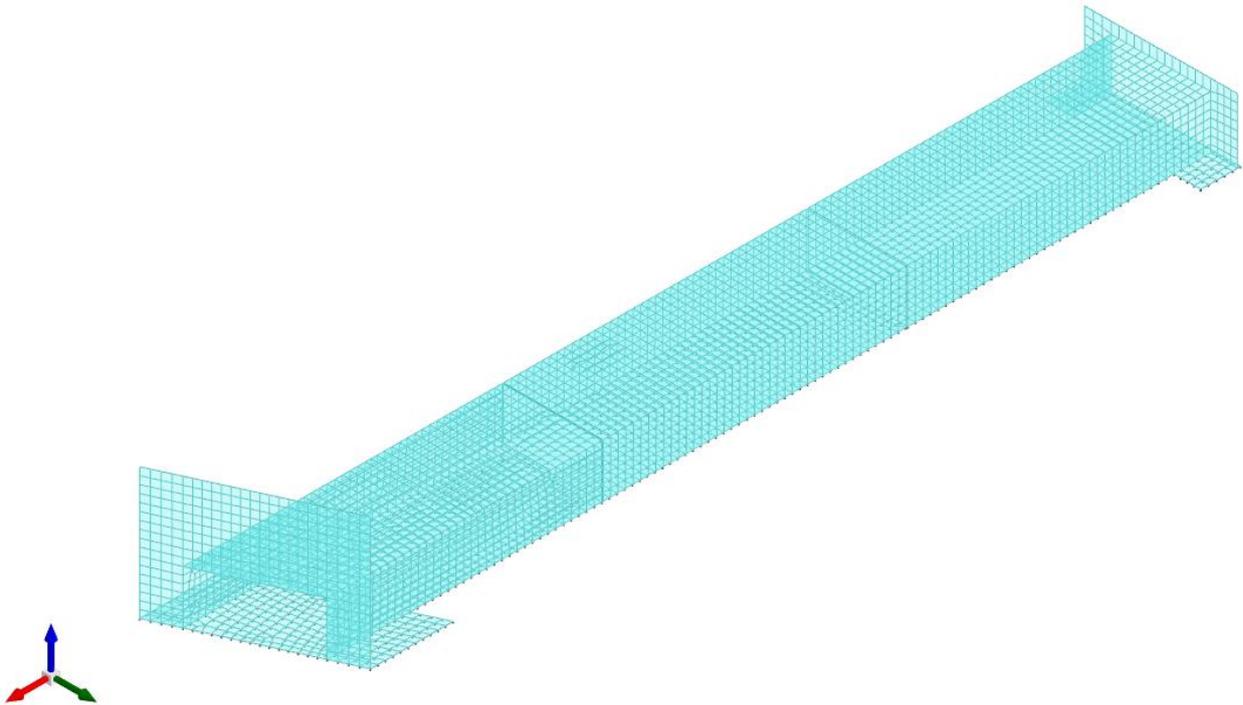


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

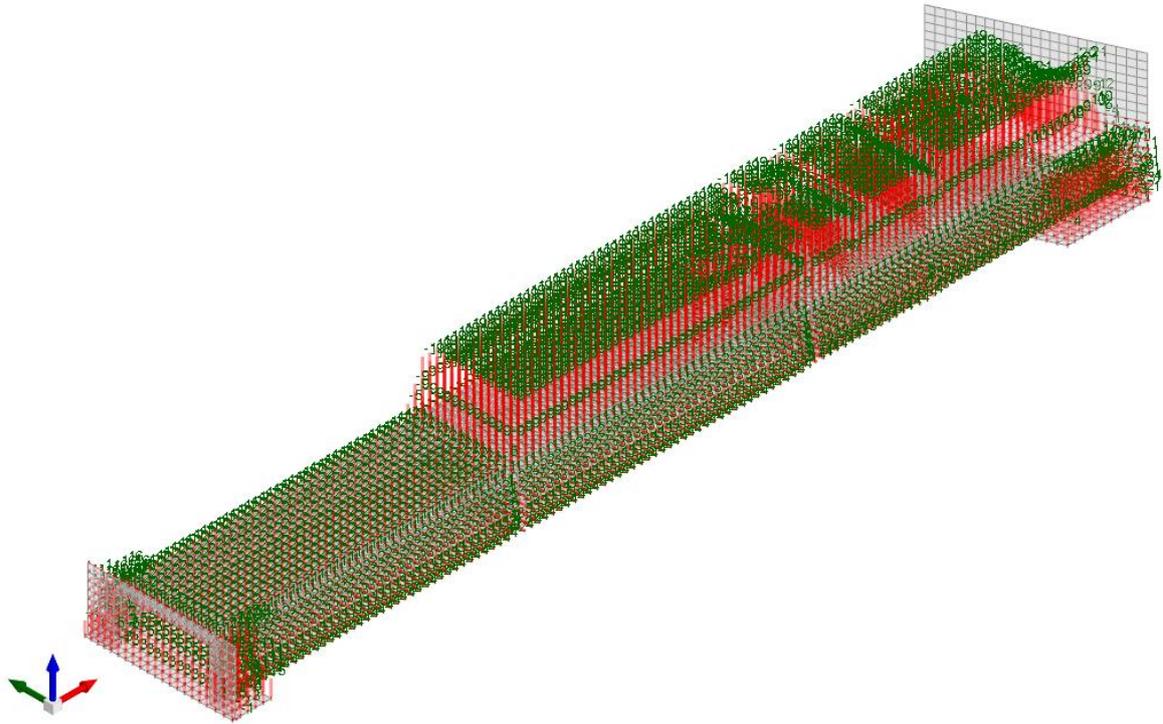


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

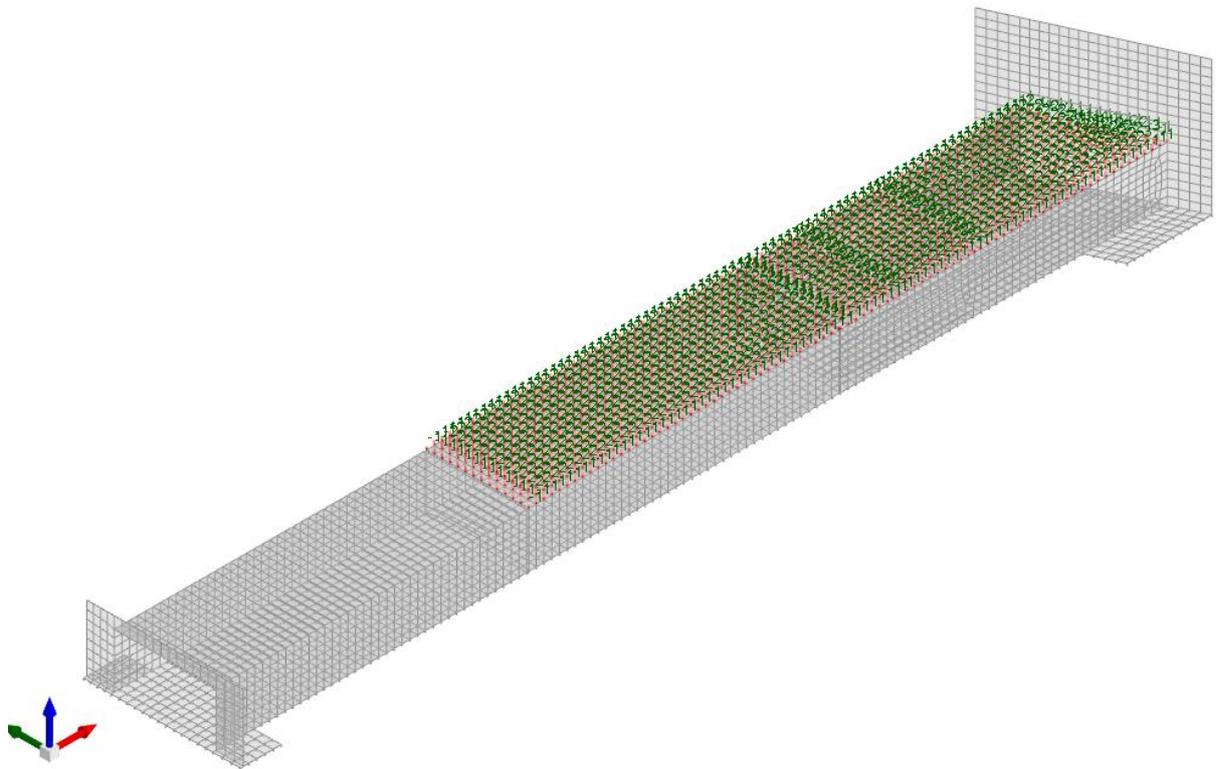


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

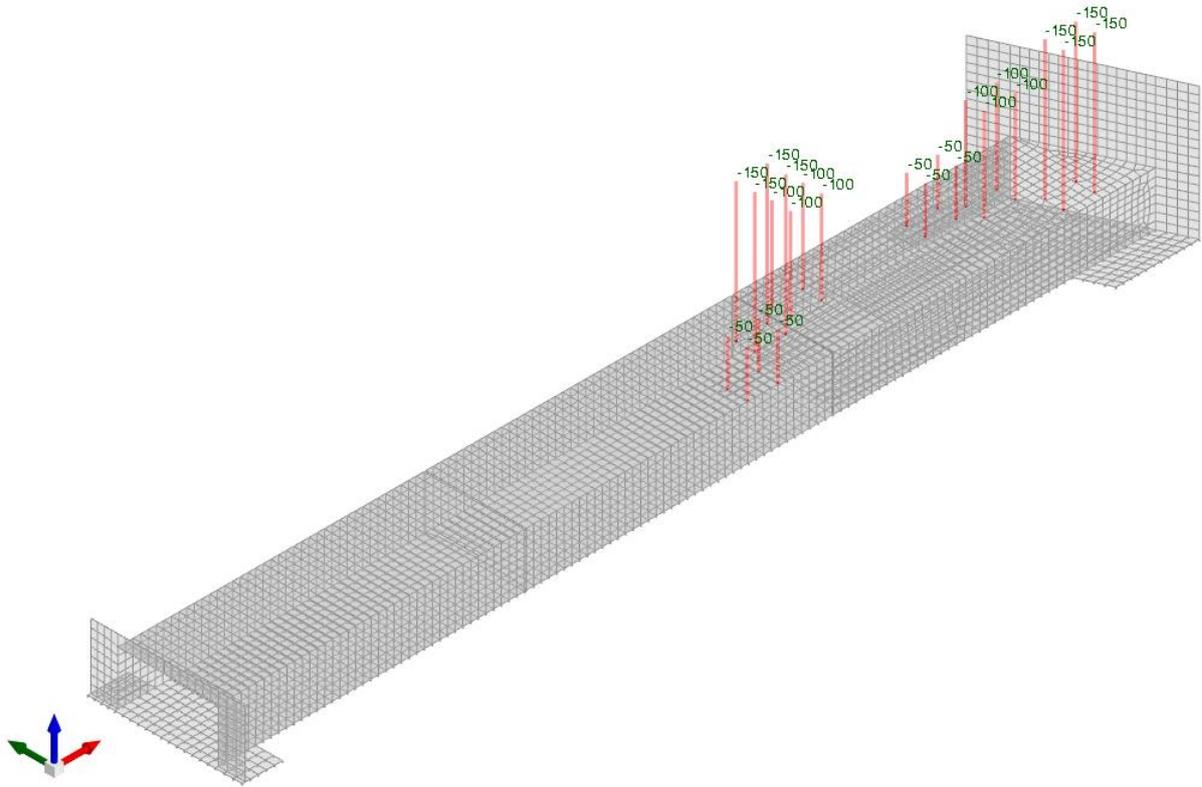


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

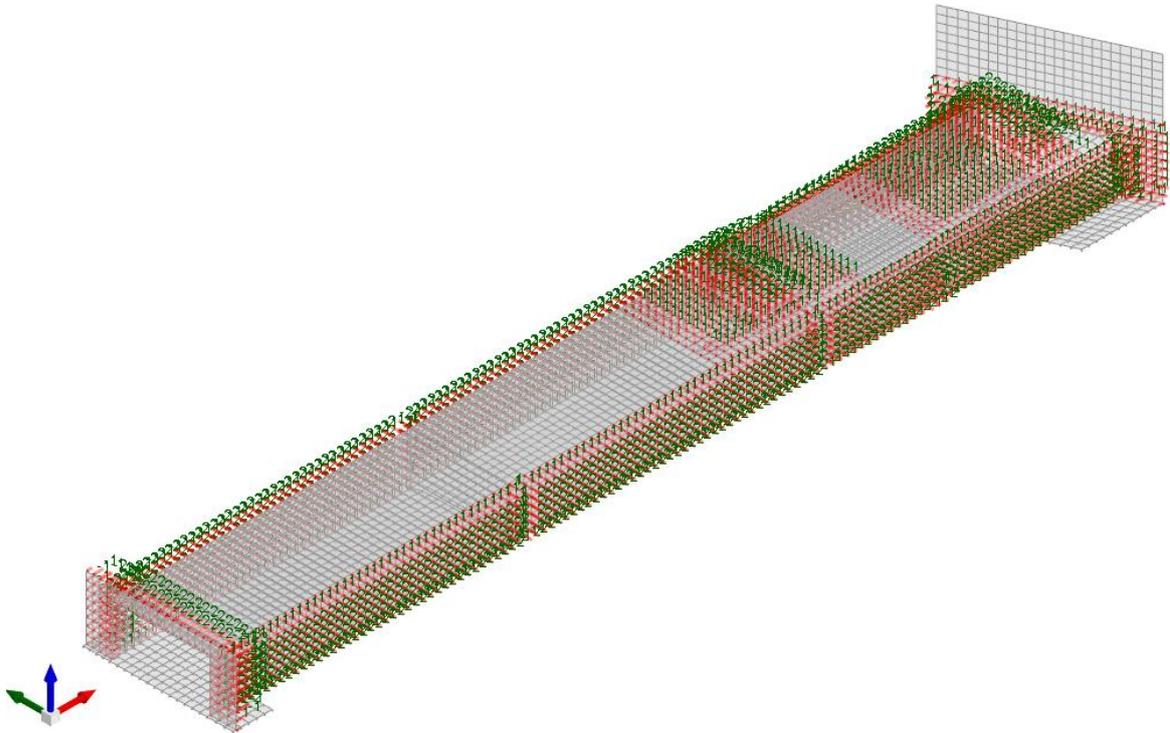


Figura 6 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

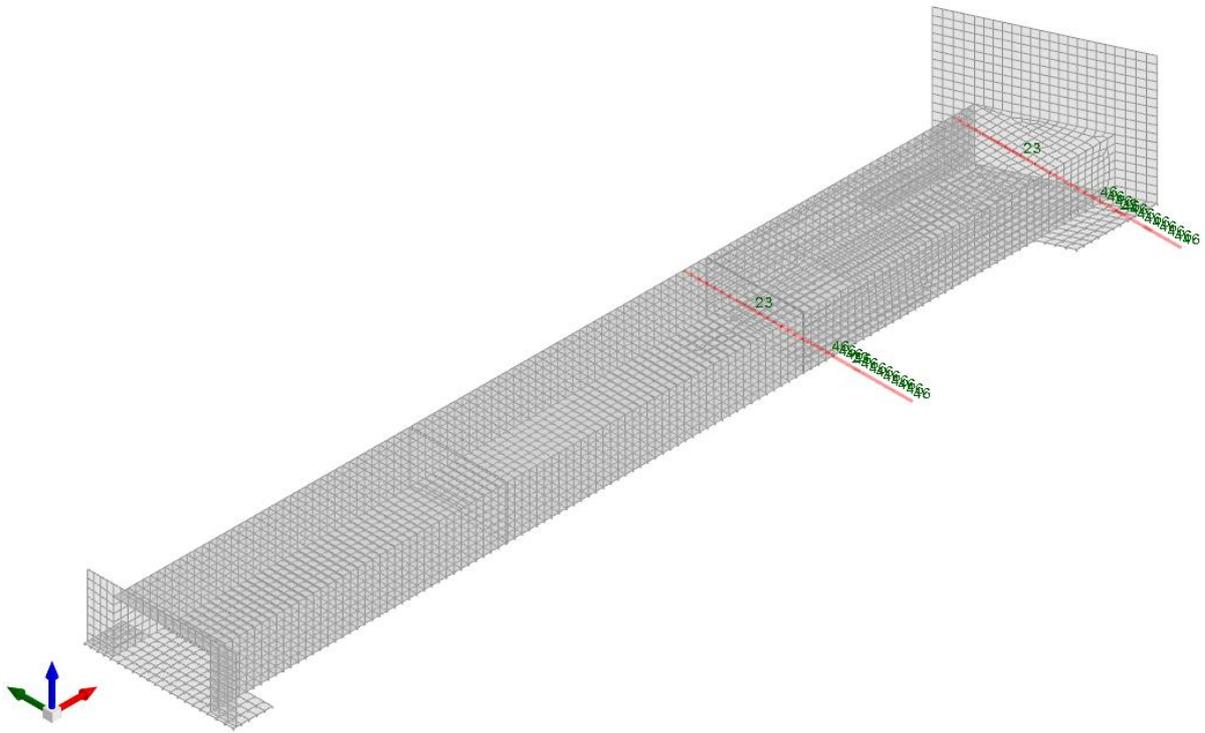


Figura 7 - Condizione frenatura

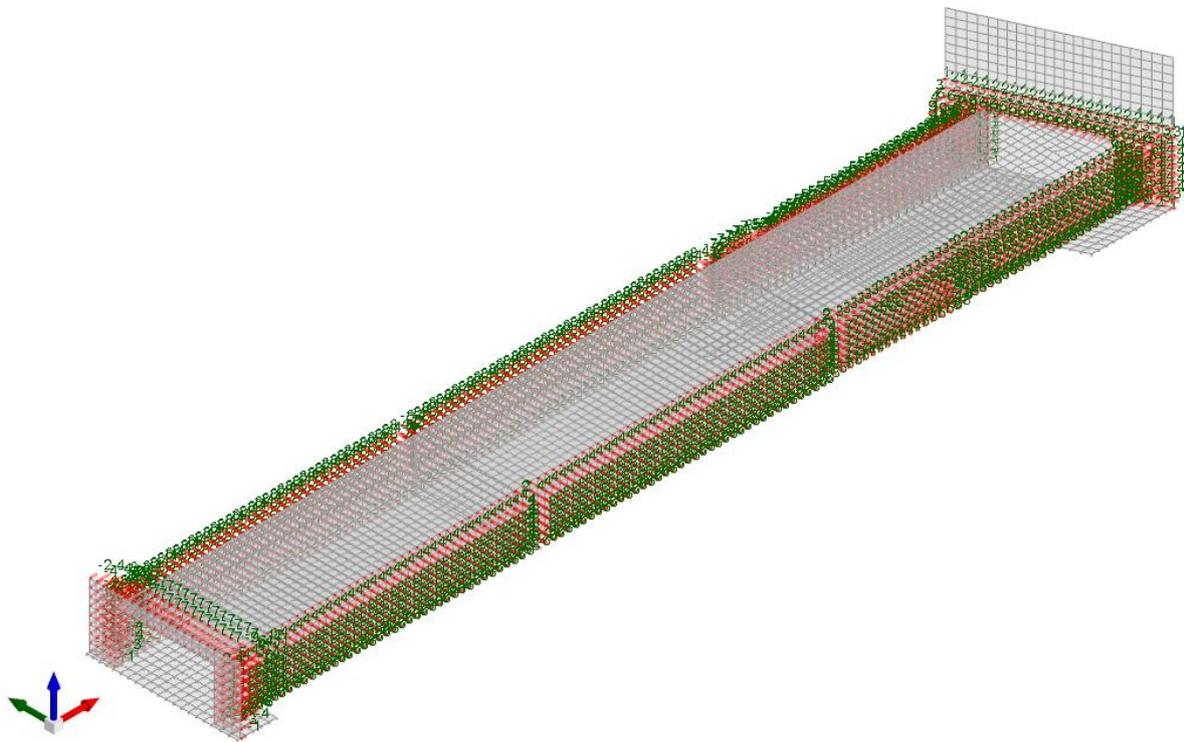


Figura 8 - Condizione spinta sismica terreno

### 10.2.2 Risultati Sollecitazioni

Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

I valori delle sollecitazioni sono espressi in kN, m.

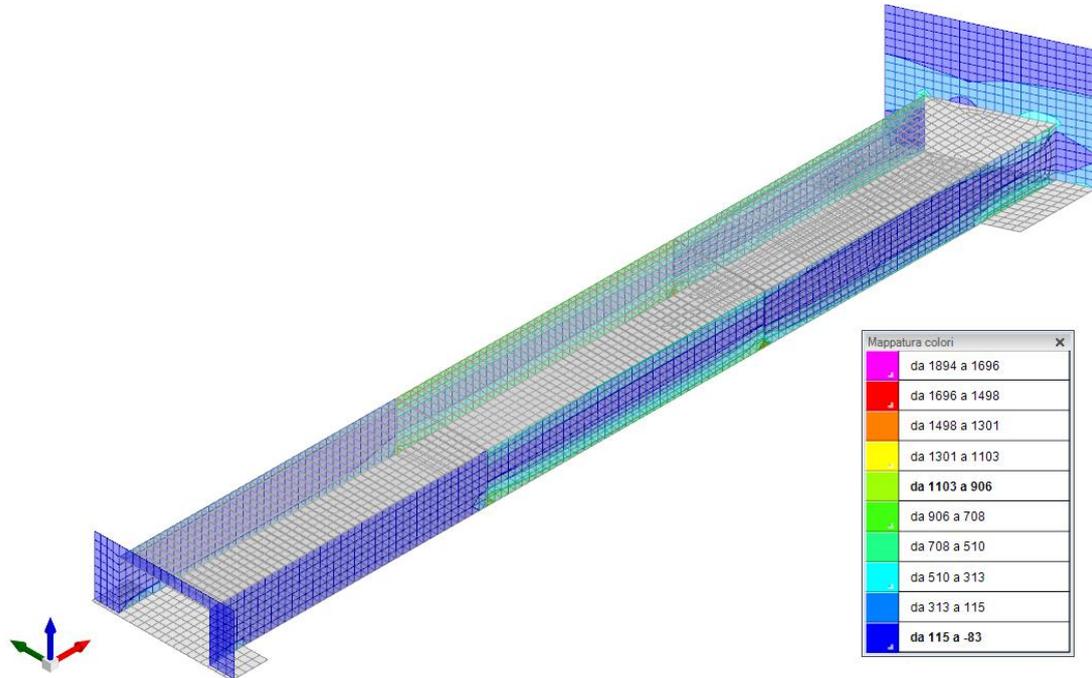


Figura 9 - Inviluppo momento flettente Mzz (Inviluppi SLU-SLV)

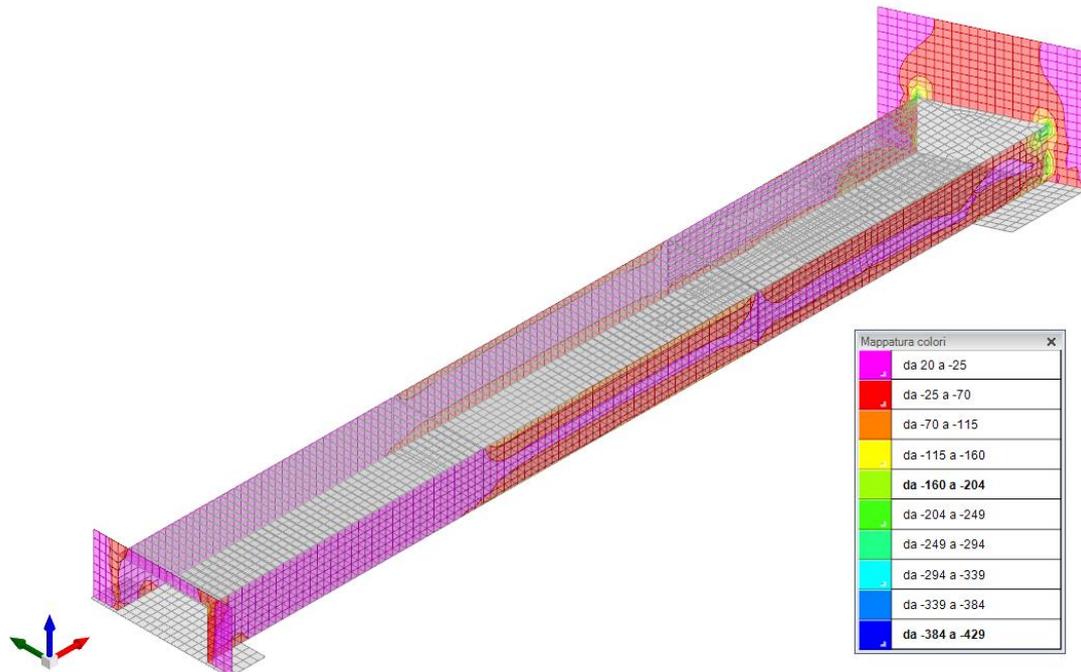


Figura 10 - Inviluppo momento flettente Moo (Inviluppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

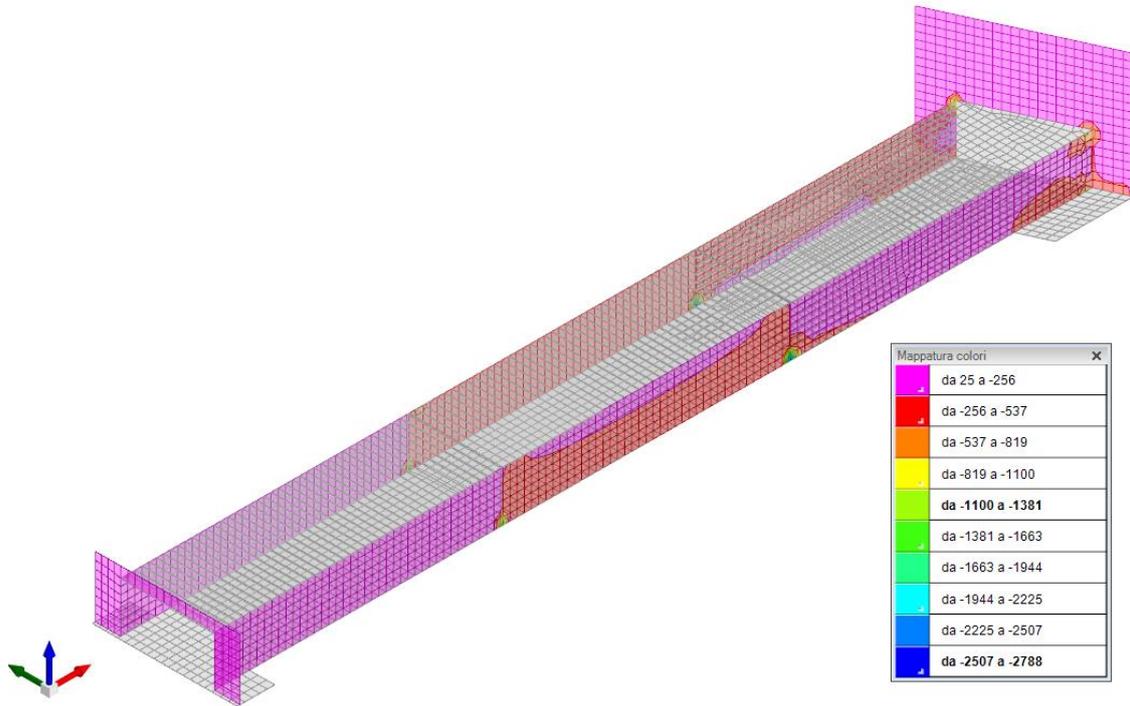


Figura 11 - Inviluppo sforzo di taglio Vz (Inviluppi SLU/SLV)

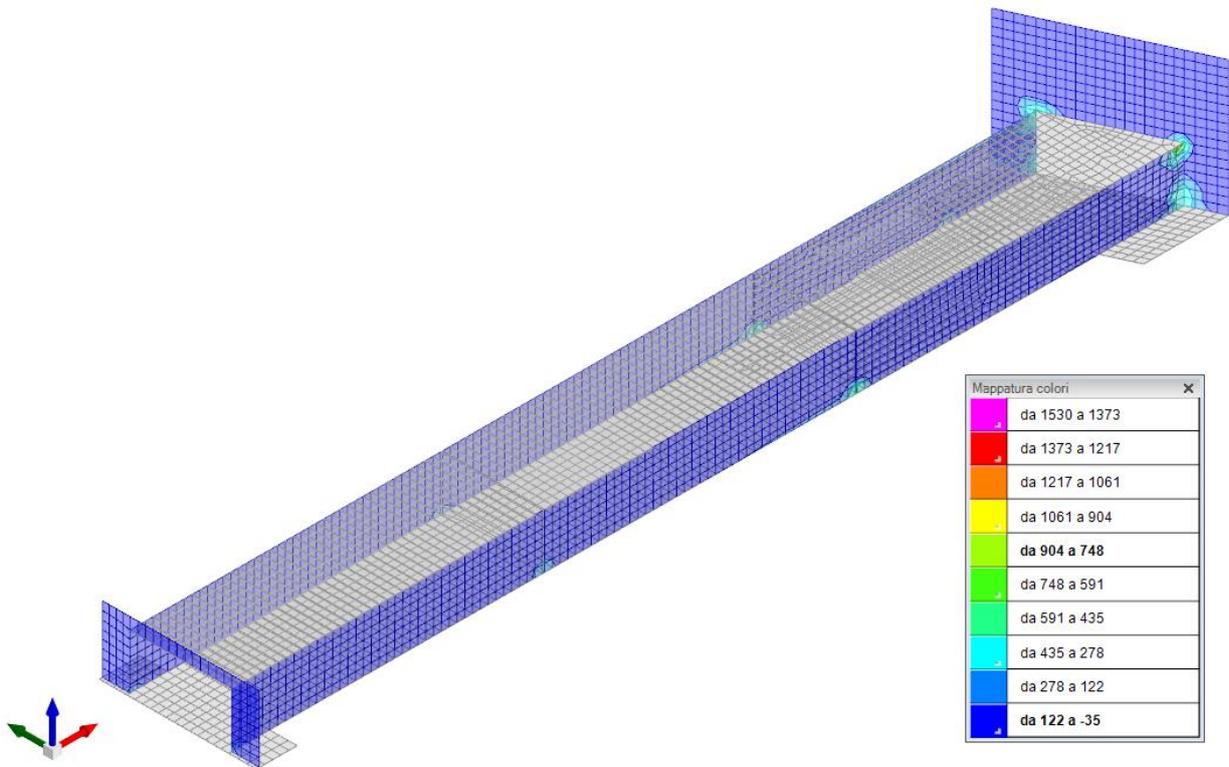


Figura 12 - Inviluppo sforzo di taglio V0 (Inviluppi SLU/SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

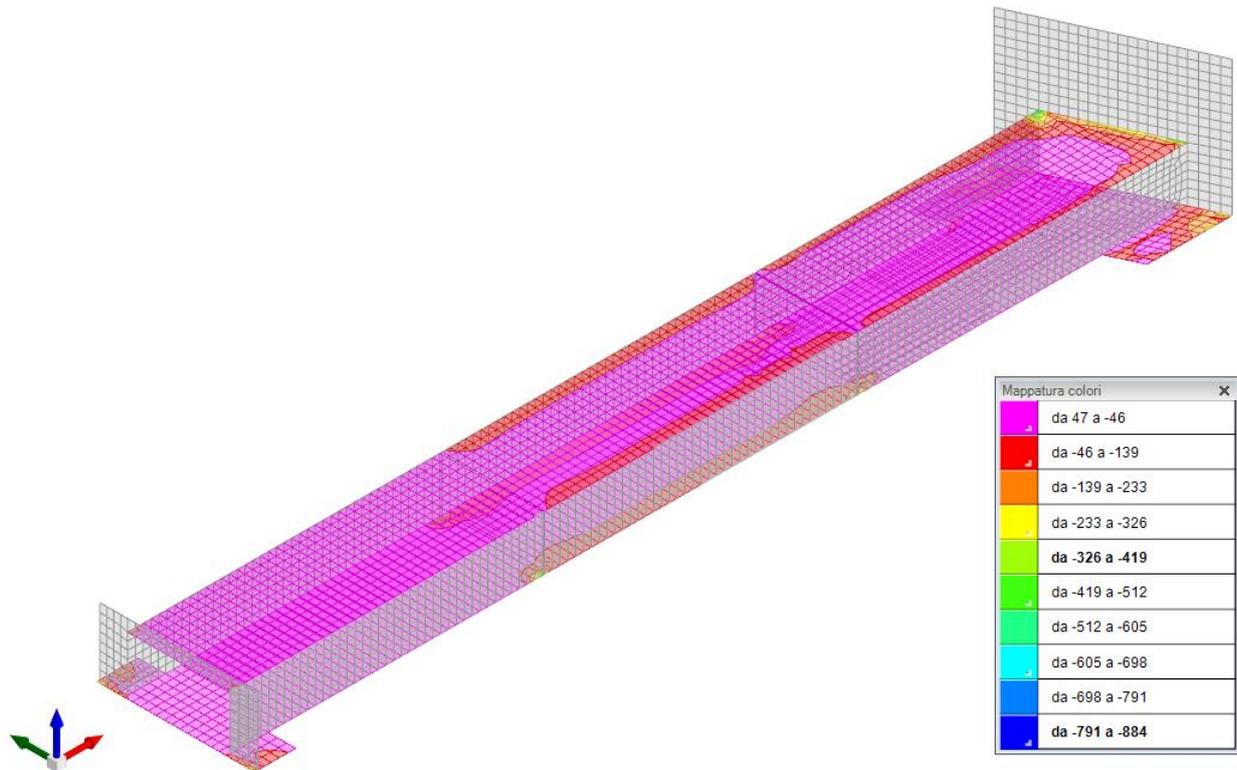


Figura 13 - Involuppo momento flettente Mxx (Involuppi SLU-SLV)

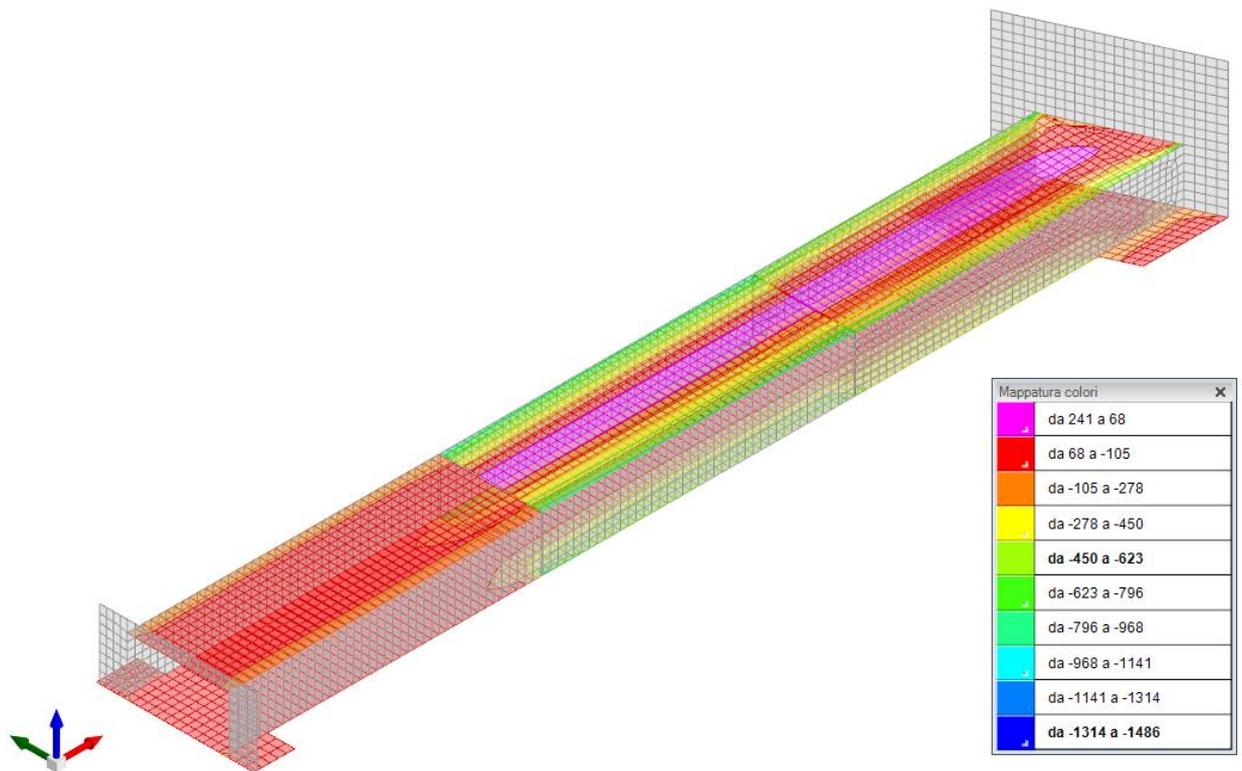


Figura 14 - Involuppo momento flettente Myy (Involuppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM32**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

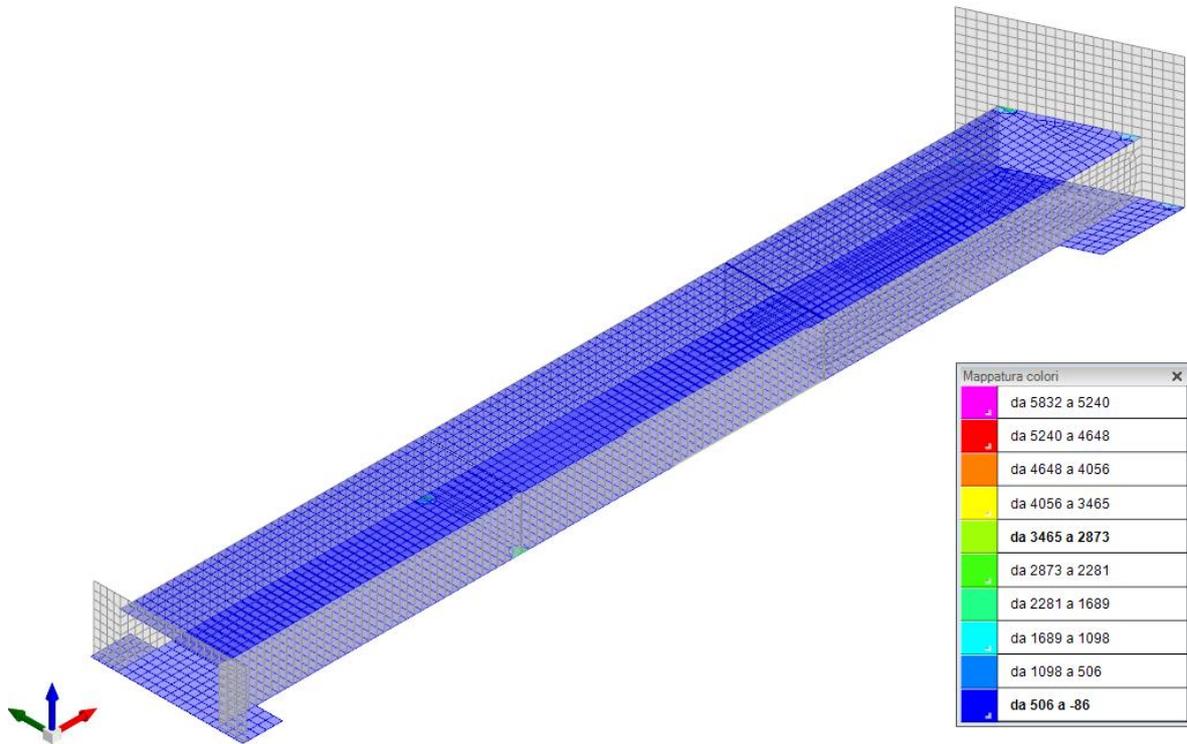


Figura 15 - Inviluppo sforzo di taglio Vx (Inviluppi SLU/SLV)

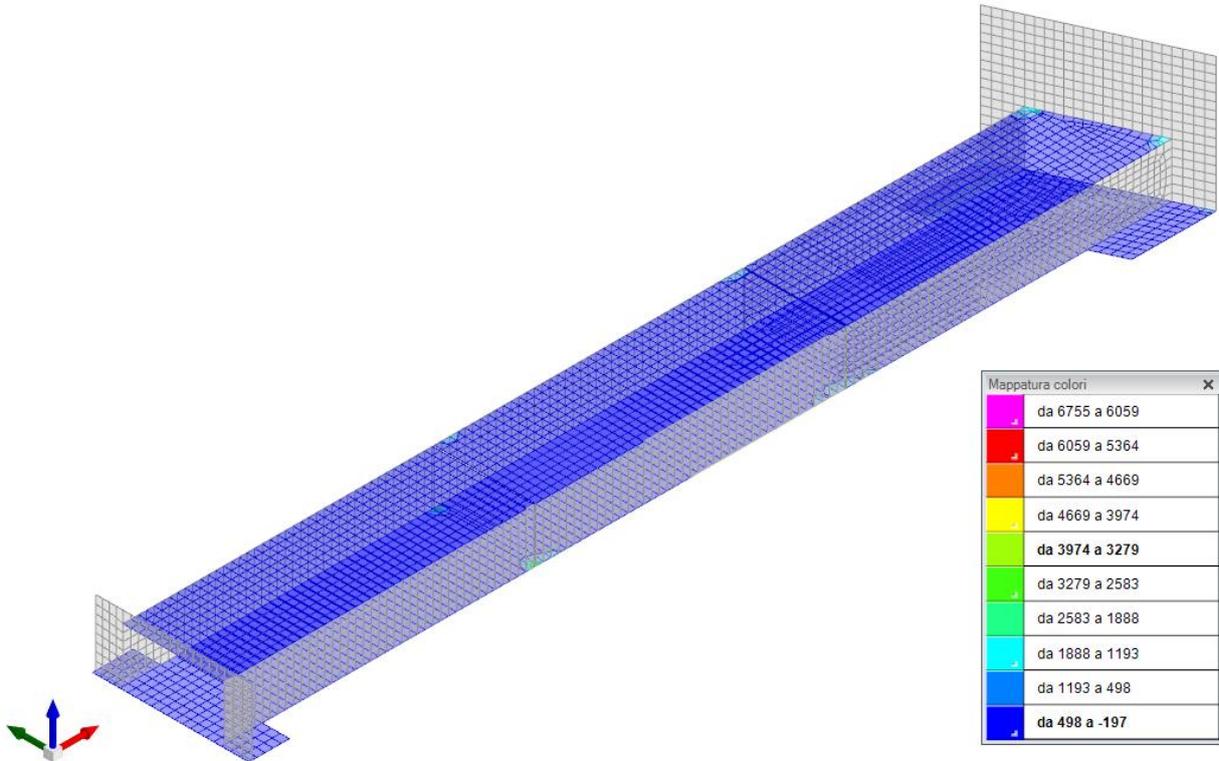


Figura 16 - Inviluppo sforzo di taglio Vy (Inviluppi SLU/SLV)

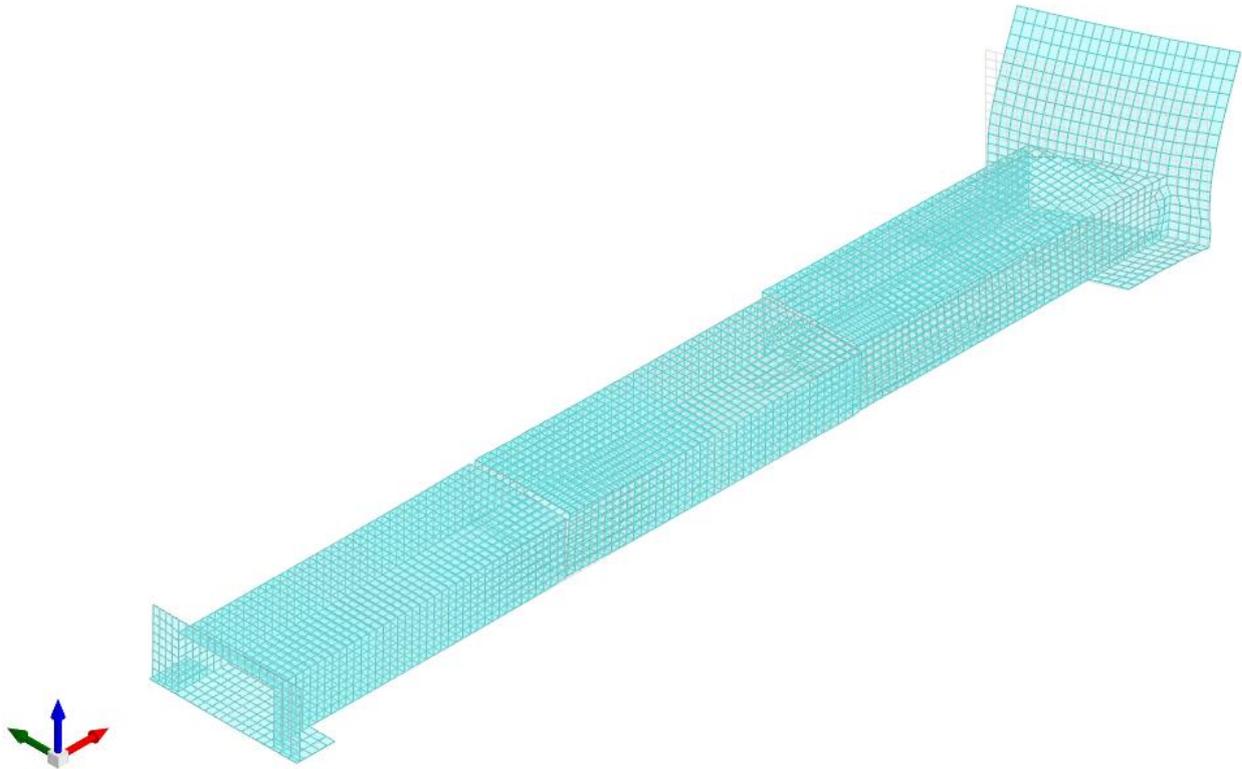


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

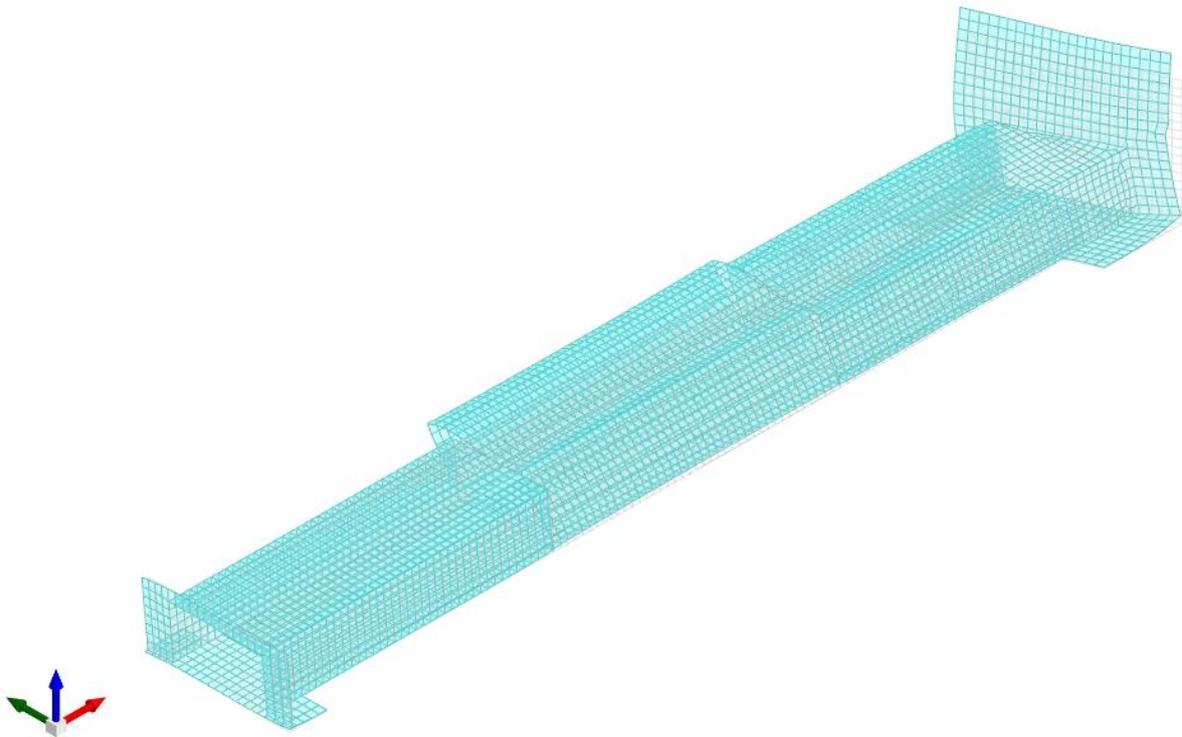


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

### 10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano di seguito i tabulati di calcolo delle verifiche dei vari elementi strutturali.

#### 10.3.1 Verifiche copertura

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Nodo:* indice del nodo di verifica.

*Dir.:* direzione della sezione di verifica.

*B:* base della sezione rettangolare di verifica. [m]

*H:* altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

*A. sup.:* area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

*C. sup.:* distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

*A. inf.:* area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

*C. inf.:* distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

*Comb.:* combinazione di verifica.

*M:* momento flettente. [kN\*m]

*N:* sforzo normale. [kN]

*Mu:* momento flettente ultimo. [kN\*m]

*Nu:* sforzo normale ultimo. [kN]

*c.s.:* coefficiente di sicurezza.

*Verifica:* stato di verifica.

*σc:* tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

*σlim:* tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

*Es/Ec:* coefficiente di omogenizzazione.

*σf:* tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
3904	Y	1	0.5	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV 25	-72.5761	0	-74.1018	0	1.021	Si
5241	Y	1	0.5	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV 23	-72.5511	0	-74.1018	0	1.0214	Si
3878	Y	1	0.5	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV 21	-72.3913	0	-74.1018	0	1.0236	Si
5273	Y	1	0.5	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV 27	-71.2733	0	-74.1018	0	1.0397	Si
3905	Y	1	0.5	0.000393	0.055	0.000393	0.055	SLV 25	-71.241	0	-74.1018	0	1.0402	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrzd	Vrzd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
3927	X	1	0.5	0.005105	0.073	0.005105	0.073	0.005	0	SLU 130	553.19	0	1434.63	294.26	1434.63	1488.3	1.9	0.0051051	2.5934	Si
3906	X	0.5	0.5	0.002395	0.074	0.002395	0.074	0.0025	0	SLU 130	274.58	0	716.93	144.01	716.93	743.75	1.9	0.0023955	2.611	Si
3929	X	1	0.5	0.005105	0.073	0.005105	0.073	0.005	0	SLU 130	540.41	0	1434.63	294.26	1434.63	1488.3	1.9	0.0051051	2.6547	Si
5301	X	1	0.5	0.005105	0.073	0.005105	0.073	0.005	0	SLU 130	-535.46	0	1434.63	294.26	1434.63	1488.3	1.9	0.0051051	2.6793	Si
5274	X	0.5	0.5	0.002395	0.074	0.002395	0.074	0.0025	0	SLU 130	-265.39	0	716.93	144.01	716.93	743.75	1.9	0.0023955	2.7014	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
4281	X	0.5	0.5	0.001767	0.075	0.001767	0.075	SLE RA 33	136.5415	0	-7415	19920	15	Si
4302	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	269.8148	0	-7326	19920	15	Si
4304	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	264.9963	0	-7195	19920	15	Si
4280	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	260.4078	0	-7071	19920	15	Si
4281	X	0.5	0.5	0.001767	0.075	0.001767	0.075	SLE QP 3	95.8024	0	-5203	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
4281	X	0.5	0.5	0.001767	0.075	0.001767	0.075	SLE RA 33	136.5415	0	209339	360000	15	Si
4302	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	269.8148	0	206833	360000	15	Si
4304	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	264.9963	0	203139	360000	15	Si
4280	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE RA 33	260.4078	0	199622	360000	15	Si
4908	X	0.5	0.5	0.001767	0.075	0.001767	0.075	SLE RA 33	127.5657	0	195577	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	εsm	Δmax	Wd	Es/Ec	Verifica
4302	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE FR 6	260.8774	0	0.00068	0.374	0.000254	15	Si
4281	X	0.5	0.5	0.001767	0.075	0.001767	0.075	SLE FR 6	131.8023	0	0.00069	0.361	0.000249	15	Si
4304	X	1	0.5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE FR 6	256.805	0	0.00067	0.374	0.000249	15	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	esm	Δmax	Wd	Es/Ec	Verifica
4280	X	1	0,5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE FR 6	253.0547	0	0.00065	0.374	0.000243	15	Si
4302	X	1	0,5	0.003534	0.075	0.003534	0.075	SLE QP 3	190.8797	0	0.00043	0.374	0.000159	15	Si

### 10.3.2 Verifiche pareti

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Q.inf.:* quota inferiore [m]

*Q.sup.:* quota superiore [m]

*Sezione:* sezione impiegata

*Esistente:* campata esistente

*Secondaria:* campata secondaria

*Dissipativa:* campata dissipativa

*Sovreresistenza:* aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica

*Materiale CLS:* materiale calcestruzzo impiegato

*Materiale Acciaio:* materiale/i acciaio impiegato/i

*FC:* fattore di confidenza riferito al materiale CLS

*Posizione:* posizione della barra

*X:* ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

*Y:* ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione [m]

*Diametro:* diametro nominale della barra [m]

*Area:* area nominale della barra [m<sup>2</sup>]

*Q.inf.:* quota inferiore della barra [m]

*Q.sup.:* quota superiore della barra [m]

*Materiale:* materiale della barra

*Quota:* quota della sezione [m]

*As:* area complessiva delle armature verticali [m<sup>2</sup>]

*%:* percentuale di acciaio

*At:* area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione [m<sup>2</sup>]

*Pos.:* posizioni barre longitudinali presenti nella sezione

*Mx:* momento Mx [kN\*m]

*My:* momento My [kN\*m]

*N:* sforzo normale [kN]

*MRdx:* momento resistente in direzione X [kN\*m]

*MRdy:* momento resistente in direzione Y [kN\*m]

*Comb.:* combinazione peggiore

*Coeff.s.:* coefficiente di sicurezza minimo

*Verifica:* stato di verifica

*ε<sub>cu</sub>:* deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [%]

*ε<sub>fk</sub>:* deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%]

*C.S.:* coefficiente di sicurezza minimo

*N<sub>min</sub>:* compressione massima [kN]

*N<sub>lim</sub>:* compressione limite [kN]

*Comb.N<sub>min</sub>:* combinazione in cui si ottiene la compressione massima

*Ver.:* stato di verifica

*Staffe:* staffatura presente nella sezione

*Direzione X:* dati della verifica a taglio in direzione X

*V:* taglio di verifica per la direzione considerata [kN]

*N:* sforzo normale per la verifica nella direzione considerata [kN]

*Comb.:* combinazione per la verifica nella direzione considerata

*VRd:* resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata [kN]

*VRsd:* resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata [kN]

*VRcd:* resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata [kN]

*Cot:* cotagente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata

*c.s.:* coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata

*Direzione Y:* dati della verifica a taglio in direzione Y

*σ<sub>c,max</sub>:* tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]

*σ<sub>f,max</sub>:* tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

## Parete 1 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2178 Prosp.A	Verticale	0.75	0.5	0.1018	0.1018	0.059	0.059
2179 Prosp.A	Verticale	0.75	0.5	0.1018	0.1018	0.059	0.059
2177 Prosp.A	Verticale	0.75	0.5	0.1018	0.1018	0.059	0.059
2180 Prosp.A	Verticale	0.75	0.5	0.1018	0.1018	0.059	0.059
2176 Prosp.A	Verticale	0.75	0.5	0.1018	0.1018	0.059	0.059
2185 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3796	0.5329	0.0792	0.0788
2445 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3827	0.2257	0.0792	0.08
2184 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.381	0.5381	0.0792	0.0788
2446 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3805	0.2262	0.0792	0.08
2448 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.1985	0.181	0.0828	0.1262
2710 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.1827	0.181	0.0832	0.1262

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2178 Prosp.A	Verticale	SLU 20	2.5614	532.43	3.7599	781.56	1.4679	Si
2179 Prosp.A	Verticale	SLU 86	2.7251	530.07	4.0118	780.34	1.4721	Si
2177 Prosp.A	Verticale	SLU 20	2.838	525.6	4.2088	779.49	1.483	Si
2180 Prosp.A	Verticale	SLU 81	1.6481	527.16	2.4593	786.65	1.4922	Si
2176 Prosp.A	Verticale	SLU 20	3.0216	518.6	4.5355	778.44	1.501	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
2185 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Non necessaria	0.1	SLV 25	-159.33	56.53	87.4841	264.92	1228.47	467.59	467.59	2.5	0.0037957	2.9348	Si
3552 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Non necessaria	0.1	SLV 11	147.91	-39.78	114.8785	261.09	1233.47	467.51	467.51	2.5	0.0034286	3.1607	Si
2448 Prosp.A	Orizzontale	0.415	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 21	-72.5	-209.96	-37.422	143.84	632.83	230.58	230.58	2.5	0.0013572	3.1806	Si
2710 Prosp.A	Orizzontale	0.415	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 21	-72.47	-227.76	-21.6737	146.05	635.12	230.58	230.58	2.5	0.0013572	3.1818	Si
5346 Prosp.A	Orizzontale	0.43	1	Non necessaria	0.1	SLV 11	147.87	-52.93	187.0007	301.49	1261.6	477.51	477.51	2.5	0.005073	3.2292	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2185 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	55.8669	-213.31	No	-1259	14940	15	11.8702	Si
2445 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	37.8192	-218.82	No	-1144	14940	15	13.0547	Si
2185 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	68.9633	-240.01	No	-1520	19920	15	13.1094	Si
2184 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	46.6238	-235.66	No	-1132	14940	15	13.201	Si
2446 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	41.8884	-158.91	No	-1115	14940	15	13.3997	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2448 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	28.9413	202.37	No	20468	360000	15	17.5882	Si
2710 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	22.3657	125.6	No	14634	360000	15	24.6002	Si
2180 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	1.8016	350.93	No	13559	360000	15	26.5515	Si
2179 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	2.106	347.93	No	13545	360000	15	26.5776	Si
2178 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	2.3199	345.27	No	13515	360000	15	26.6362	Si

## Parete 2 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
3399 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.1272	0.1272	0.059	0.059
3670 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3196	0.2721	0.079	0.0792
3669 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3197	0.2721	0.079	0.0792
3398 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.1272	0.1272	0.059	0.059
3639 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.1272	0.1272	0.059	0.059
3663 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3217	0.2725	0.079	0.0792
3658 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.2725	0.2725	0.079	0.0792
3666 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.321	0.2724	0.079	0.0792
3653 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3229	0.2727	0.079	0.0792
3332 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.2088	0.2088	0.08	0.08
3162 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.2145	0.2145	0.08	0.08
3165 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.2262	0.2262	0.08	0.08
3156 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.207	0.207	0.08	0.08
3161 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.2262	0.2262	0.08	0.08

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
3399 Prosp.A	Verticale	SLV 11	37.2802	818.05	38.256	839.46	1.0262	Si
3670 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	535.2185	-424.66	560.857	-445	1.0479	Si
3669 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	538.0659	-442.56	564.2432	-464.09	1.0487	Si
3398 Prosp.A	Verticale	SLV 11	28.8214	829.69	30.3061	872.43	1.0515	Si
3639 Prosp.A	Verticale	SLV 11	49.1366	742.83	51.8108	783.26	1.0544	Si

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrzd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
2060 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Necessaria	0.1	SLV 5	-435.14	-87.06	470.0684	276.77	1239.87	467.8	467.8	2.5	0.0038327	1.0751	Si
2253 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Necessaria	0.1	SLV 27	432.12	-894.02	-394.2491	395.09	1346.28	468.16	468.16	2.5	0.00458	1.0834	Si
3653 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Necessaria	0.1	SLV 27	431.05	-476.24	521.5752	311.21	1291.17	467.97	467.97	2.5	0.0032293	1.0857	Si
3607 Prosp.A	Orizzontale	0.419	0.996	Necessaria	0.1	SLV 11	407.48	-451.38	537.4127	313.83	1278.33	443.06	443.06	2.5	0.0035106	1.0873	Si
3658 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Necessaria	0.1	SLV 27	425.24	-468.58	526.7792	310.02	1290.18	467.98	467.98	2.5	0.0032203	1.1005	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
3669 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	230.1359	-328.26	Si	-7182	14940	15	2.0802	Si
3670 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	229.7103	-323.98	Si	-7167	14940	15	2.0845	Si
3663 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	229.3156	-334.52	Si	-7147	14940	15	2.0904	Si
3658 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	228.034	-345.57	Si	-7113	14940	15	2.1004	Si
3666 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	228.0486	-314.04	Si	-7100	14940	15	2.1041	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
3669 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	280.9078	-377.2	Si	184338	360000	15	1.9529	Si
3670 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	277.7911	-369.42	Si	182853	360000	15	1.9688	Si
3663 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	281.9718	-386.42	Si	182853	360000	15	1.9688	Si
3658 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	282.0346	-389.4	Si	182316	360000	15	1.9746	Si
3653 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	279.3817	-392.35	Si	179200	360000	15	2.0089	Si

**Verifiche SLE fessurazione NTC08 §4.1.2.2.4**

Descrizione	Dir.	Comb.	Fessurazione non valutabile	MEd	NEd	Sezione fessurata	esm	Δmax	Wd	Wlim	Es/Ec	c.s.	Verifica
3332 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3		174.9028	-331.85	Si	0.00043	0.441	0.00019	0.0002	15	1.0503	Si
3162 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3		169.2701	-324.37	Si	0.00041	0.437	0.000177	0.0002	15	1.1286	Si
3165 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3		171.533	-328.35	Si	0.00039	0.429	0.000168	0.0002	15	1.1873	Si
3156 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3		154.7661	-306.66	Si	0.00038	0.441	0.000166	0.0002	15	1.2033	Si
3161 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3		167.8294	-320.75	Si	0.00038	0.429	0.000165	0.0002	15	1.2125	Si

**Muri ala imbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2764 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
2500 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
3075 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
2239 Prosp.A	Verticale	0.7604	0.4	0.0616	0.0616	0.057	0.057
2780 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
5477 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0616	0.0616	0.0571	0.057
5476 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0616	0.0616	0.0571	0.057
5478 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0616	0.0616	0.0571	0.0569
5475 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0616	0.0616	0.0571	0.057
2819 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.1257	0.0942	0.1068	0.0758

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2764 Prosp.A	Verticale	SLV 7	-25.172	92.18	-67.5336	247.32	2.6829	Si
2500 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-10.8657	135.42	-34.2319	426.64	3.1504	Si
3075 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-21.4127	76.97	-68.0548	244.62	3.1782	Si
2239 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-3.9671	128.3	-12.8744	416.39	3.2453	Si
2780 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-15.955	84.47	-57.3228	303.47	3.5928	Si

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrzd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
2147 Prosp.A	Orizzontale	0.324	0.501	Non necessaria	0	SLV 21	33.2	-113.4	-4.7851	107.13	488.88	132.49	132.49	2.5	0.0009425	3.991	Si
2764 Prosp.A	Verticale	0.343	1	Non necessaria	0.1	SLV 7	89.76	92.18	-25.172	162.01	1001.32	398.42	398.42	2.5	0.0007697	4.4386	Si
2500 Prosp.A	Verticale	0.343	1	Non necessaria	0.1	SLV 5	-90.02	135.42	-10.8657	162.01	1001.32	400.64	400.64	2.5	0.0007697	4.4506	Si
2780 Prosp.A	Verticale	0.343	1	Non necessaria	0.1	SLV 5	-83.06	84.47	-15.955	162.01	1001.32	400.64	400.64	2.5	0.0007697	4.8233	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
2239 Prosp.A	Verticale	0.343	0.76	Non necessaria	0.1	SLV 9	-59.94	128.3	-3.9671	123.19	761.43	301.14	301.14	2.5	0.0006158	5.0241	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
5477 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5814	-161.67	No	-778	14940	15	19.1959	Si
5476 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5815	-161.67	No	-778	14940	15	19.196	Si
5478 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.511	-151.31	No	-726	14940	15	20.5713	Si
5475 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5113	-151.23	No	-726	14940	15	20.583	Si
5477 Prosp.A	Verticale	SLE RA 12	-0.5395	-168.19	No	-805	19920	15	24.7334	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
5477 Prosp.A	Verticale	SLE RA 16	-0.454	-144.01	No	-9567	360000	15	37.6295	Si
5476 Prosp.A	Verticale	SLE RA 16	-0.454	-143.95	No	-9563	360000	15	37.6449	Si
5478 Prosp.A	Verticale	SLE RA 16	-0.411	-119.95	No	-7945	360000	15	45.3119	Si
5475 Prosp.A	Verticale	SLE RA 16	-0.4111	-119.81	No	-7936	360000	15	45.3642	Si
2819 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 1	2.437	36.06	No	3806	360000	15	94.5945	Si

**Muri ala sbocco**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As.sup	As.inf	c.sup	c.inf
5508 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3054	0.493	0.0745	0.0852
3335 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.077	0.077	0.057	0.057
5540 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.1571	0.0744	0.0745
5549 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.1571	0.0746	0.0744
5518 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3142	0.1571	0.0744	0.0745
3336 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.1571	0.074	0.074
2499 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0942	0.1257	0.0758	0.1193
3071 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.1571	0.074	0.074
5453 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.3142	0.0744	0.0745
5452 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1571	0.3142	0.0745	0.0744
5497 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3142	0.4712	0.0745	0.0744
5498 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3142	0.4712	0.0744	0.0745
5496 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.3142	0.4712	0.0745	0.0745

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
5508 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	167.7304	1790.4	168.0313	1793.61	1.0018	Si
3335 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-25.551	484.85	-26.1542	496.29	1.0236	Si
5540 Prosp.A	Orizzontale	SLV 11	-124.563	665.69	-128.0714	684.44	1.0282	Si
5549 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	83.5521	838.59	86.5163	868.34	1.0355	Si
5518 Prosp.A	Orizzontale	SLV 11	-171.1166	432.11	-179.8128	454.07	1.0508	Si

**Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3**

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
5622 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.025	Necessaria	0.1	SLV 31	42.87	-125.17	-29.5546	9.12	45.65	185.29	45.65	1	0.0015708	1.0647	Si
5633 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.025	Necessaria	0.1	SLV 1	-35.4	-66.71	16.2889	8.93	45.37	206.63	45.37	1	0.0015708	1.2814	Si
5646 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.025	Necessaria	0.1	SLV 31	32.82	-74.46	-13.5997	8.95	45.4	185.29	45.4	1	0.0015708	1.3834	Si
2499 Prosp.A	Orizzontale	0.424	0.5	Necessaria	0.1	SLV 21	115.47	712.69	-6.3904	0	619.25	219.87	219.87	2.5	0.0009425	1.9042	Si
5657 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.025	Necessaria	0.1	SLV 21	-23.75	-73.17	6.5836	8.95	45.4	206.63	45.4	1	0.0011886	1.9116	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
3336 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	34.5087	-173.48	No	-1043	14940	15	14.3173	Si
2499 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	13.4889	-110.04	No	-945	14940	15	15.8147	Si
3336 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	41.3346	-179.8	No	-1199	19920	15	16.6176	Si
3071 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	27.6574	-173.12	No	-899	14940	15	16.6257	Si
5453 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-65.6622	237.46	No	-894	14940	15	16.7068	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
5452 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 31	-80.0927	289.59	No	23349	360000	15	15.418	Si
5453 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 31	-79.8872	291.11	No	23341	360000	15	15.4235	Si
5497 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-47.4005	255.71	No	14494	360000	15	24.8385	Si
5498 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-46.19	250.92	No	14162	360000	15	25.4204	Si
5496 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 31	-44.1713	241.73	No	13586	360000	15	26.4982	Si

### 10.3.3 Verifiche platea di fondazione

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

*Nodo:* indice del nodo di verifica.

*Dir.:* direzione della sezione di verifica.

*B:* base della sezione rettangolare di verifica. [m]

*H:* altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

*A. sup.:* area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

*C. sup.:* distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

*A. inf.:* area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

*C. inf.:* distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

*Comb.:* combinazione di verifica.

*M:* momento flettente. [kN\*m]

*N:* sforzo normale. [kN]

*Mu:* momento flettente ultimo. [kN\*m]

*Nu:* sforzo normale ultimo. [kN]

*c.s.:* coefficiente di sicurezza.

*Verifica:* stato di verifica.

*σc:* tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

*σlim:* tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

*Es/Ec:* coefficiente di omogenizzazione.

*σf:* tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

#### Fondazione tombino

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
114	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 23	243.0157	0	257.4945	0	1.0596	Si
1813	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 21	242.814	0	257.4945	0	1.0605	Si
113	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 23	221.0311	0	257.4945	0	1.165	Si
1812	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 21	220.8649	0	257.4945	0	1.1658	Si
112	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 23	208.7874	0	257.4945	0	1.2333	Si

verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrzd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1690	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 23	393.84	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708	3.6723	Si
1813	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 23	393.83	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708	3.6723	Si
297	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.002865	0.07	0.005	0	SLV FO 21	-393.4	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708	3.6763	Si
114	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 21	-393.34	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708	3.6769	Si
1812	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 23	354.92	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708	4.0749	Si

Verifiche SLU taglio globale nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrzd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1813	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 23	393.83	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708		
	Y	0.5	0.5	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0		-100.57	0	746.36	96.86	746.36	776.25	1.9	0.0001963	2.4566	Si
114	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 21	-393.34	0	1446.27	199.4	1446.27	1500.37	1.9	0.0015708		
	Y	0.5	0.5	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0		-100.36	0	748.09	96.84	748.09	776.13	1.9	0.0001963	2.4623	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
1813	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 3	63.1244	0	-1321	14940	15	Si
114	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 3	63.1135	0	-1321	14940	15	Si
423	X	0.5	0.5	0.001414	0.07	0.001414	0.07	SLE QP 3	-34.3738	0	-1306	14940	15	Si
1446	X	0.5	0.5	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE QP 3	-31.179	0	-1305	14940	15	Si
1568	X	0.5	0.5	0.001676	0.07	0.001728	0.07	SLE QP 3	-34.3991	0	-1251	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
1813	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 8	78.5595	0	17760	360000	15	Si
114	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 8	78.5448	0	17756	360000	15	Si
1446	X	0.5	0.5	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 3	-38.2202	0	17280	360000	15	Si
423	X	0.5	0.5	0.001414	0.07	0.001414	0.07	SLE RA 3	-42.007	0	17230	360000	15	Si
1568	X	0.5	0.5	0.001676	0.07	0.001728	0.07	SLE RA 3	-42.0442	0	16585	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Fondazioni muri ala**

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
41	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	SLV FO 25	170.2792	0	171.226	0	1.0056	Si
75	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLV FO 21	170.4507	0	172.8911	0	1.0143	Si
42	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV FO 25	-170.5361	0	-174.7728	0	1.0248	Si
1941	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV FO 27	-156.0722	0	-174.7728	0	1.1198	Si
41	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	SLV FO 7	-152.423	0	-171.226	0	1.1234	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1921	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-983.67	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053	1.4566	Si
1920	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-716.72	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053	1.9991	Si
12	Y	0.5	0.5	0.000503	0.058	0.000503	0.058	0.0025	0	SLV FO 25	334.06	0	743.32	96.42	743.32	771.12	1.9	0.0005027	2.2251	Si
1942	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-640.85	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053	2.2358	Si
1941	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-637.9	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053	2.2462	Si

Verifiche SLU taglio globale nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1921	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-983.67	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053		
	Y	0.99	0.5	0.000995	0.058	0.000995	0.058	0.005	0		-265.37	0	1470.99	190.82	1470.99	1526.15	1.9	0.0009948	1.1535	Si
12	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	0.005	0	SLV FO 25	383.42	0	1419.79	186.23	1419.79	1472.9	1.9	0.0009962		
	Y	0.5	0.5	0.000503	0.058	0.000503	0.058	0.0025	0		334.06	0	743.32	96.42	743.32	771.12	1.9	0.0005027	1.3899	Si
22	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	0.005	0	SLV FO 25	452.11	0	1419.81	186.23	1419.81	1472.9	1.9	0.0009962		
	Y	0.989	0.5	0.000994	0.058	0.000994	0.058	0.005	0		530.12	0	1470.59	190.75	1470.59	1525.6	1.9	0.0009945	1.473	Si
1941	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-637.9	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053		
	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0.005	0		-295.06	0	1486.63	192.83	1486.63	1542.24	1.9	0.0010053	1.5536	Si
1942	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0.005	0	SLV FO 27	-640.85	0	1432.82	187.94	1432.82	1486.42	1.9	0.0010053		
	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0.005	0		-267.85	0	1486.63	192.83	1486.63	1542.24	1.9	0.0010053	1.5938	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
1910	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	SLE QP 3	83.7627	0	-1862	14940	15	Si
1910	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	SLE RA 21	98.5593	0	-2190	19920	15	Si
75	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 3	54.3517	0	-1197	14940	15	Si
1921	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 3	47.9211	0	-1055	14940	15	Si
1773	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 3	47.8349	0	-1054	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
1910	X	0.991	0.5	0.000996	0.074	0.000996	0.074	SLE RA 21	98.5593	0	23130	360000	15	Si
75	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 16	62.5195	0	14541	360000	15	Si
1773	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 16	57.657	0	13410	360000	15	Si
74	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 16	57.2154	0	13307	360000	15	Si
1772	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 16	56.2375	0	13080	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 0.50 m, con larghezza pari a 7.00 m e sviluppo di 78.50 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 3.30 m circa.

### 11.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO

La rigidità delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 331000 kN/m<sup>3</sup>.

Tale valore è stato valutato mediante la metodologia di Joseph E. Bowles, che permette di stimare la costante di Winkler verticale per fondazioni superficiali rettangolari sulla base della capacità portante (carico ultimo) della fondazione, calcolata tramite la formula di Hansen, con la seguente formula:

$$k = 40 \times q_{lim}$$

dove la resistenza ultima del terreno corrisponde ad un cedimento  $w = 2.5$  cm, limite per le condizioni di esercizio di una struttura.

In relazione al valore di capacità portante calcolato nei paragrafi successivi si ottiene:  $k = 333175$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 331000 kN/m<sup>3</sup>.

### 11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE

Per il calcolo del carico limite della fondazione del tombino si utilizza la formula di Brinch-Hansen. La verifica viene condotta allo stato limite ultimo secondo l'Approccio di progetto 2:

- Combo 1 : A1 + M1 + R3

In accordo con le sezioni di progetto e con i profili geotecnici, la platea di fondazione del tombino scatolare risulta interessare il litotipo "Qc(a)". Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo, assumendo, a vantaggio di sicurezza, i valori riportati di seguito:

Litotipo	Unità geotecnica	$\gamma'$	$c'$	$\phi'$	$c_u$	$E'$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Sabbia/calcareniti	Qc(a)	17.5- 18.5	0	38-42	-	80-100

I calcoli per la valutazione della pressione limite di progetto sono riepilogati nelle tabelle di seguito:

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

$F_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)
$F_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza)
$F_z =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione X
$M_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	<input type="text" value="7,00"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="60,25"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,50"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="4,00"/>	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

$\gamma_p =$	<input type="text" value="25,00"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume fondazione
$P_p =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Peso proprio plinto

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

$F_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione X
$F_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione Y
$F_{zd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione X
$M_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione Y
$V =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente verticale del carico
$H =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente orizzontale del carico
$\theta_v =$	<input type="text" value="0,00"/>	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
$\theta_H =$	<input type="text" value="90,00"/>	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza
$e_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione X
$e_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	<input type="text" value="7,00"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="60,25"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="421,75"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="18"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\varphi =$	<input type="text" value="38"/>	°	Angolo di attrito
$c' =$	<input type="text" value="0"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione efficace
$c_u =$	<input type="text" value="0"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="18"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
$K_p =$	<input type="text" value="4,204"/>		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	<input type="text" value="72,00"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

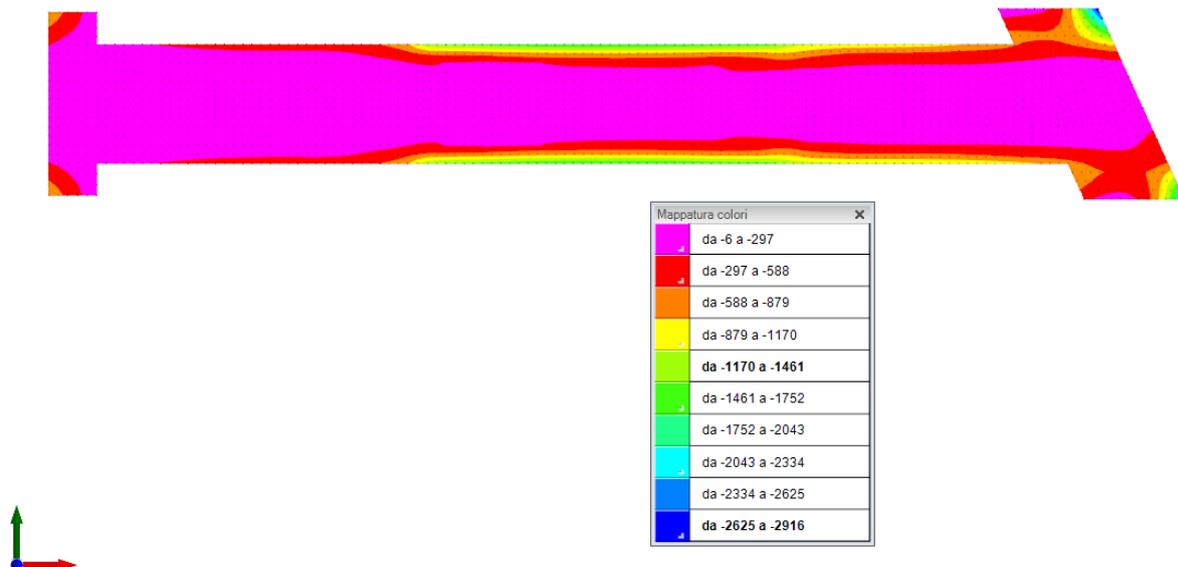
$k =$	0,57	Fattore di profondità
$m_b =$	1,90	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l =$	1,10	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m =$	1,90	Parametro di forma complessivo
$N_c =$	61,35	Fattori di capacità portante
$N_q =$	48,93	
$N_\gamma =$	74,90	
$s_c =$	1,07	Fattori di forma
$s_q =$	1,07	
$s_\gamma =$	0,97	
$b_c =$	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
$b_q =$	1,00	
$b_\gamma =$	1,00	
$i_c =$	1,00	Fattori di inclinazione del carico
$i_q =$	1,00	
$i_\gamma =$	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

Condizioni drenate

F.S. =	2,3	Fattore di sicurezza
$q_{LIM} =$	8329,383 kN/m <sup>2</sup>	Pressione limite
$q_{R,D} =$	3621,47 kN/m <sup>2</sup>	Pressione resistente di progetto

La verifica della capacità portante del complesso terreno fondazione viene effettuata confrontando le pressioni esercitate dalla struttura sul terreno, ottenute dall'analisi ad elementi finiti, con la pressione resistente limite precedentemente determinata. I valori massimi delle pressioni sul terreno sono riportati graficamente nello schema seguente:



Essendo la pressione sul terreno inferiore a quella limite di progetto la verifica risulta soddisfatta.

## 12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e verifica e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

### 12.1 PLATEA DI FONDAZIONE

#### 12.1.1 Tombino

Platea di fondazione in c.a. (sp = 50 cm): armata con  $\Phi 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 10/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

E' presente un'armatura di rinforzo parallela ai lati corti ai bordi, con barre  $\Phi 24/20$  all'intradosso e all'estradosso.

#### 12.1.2 Muri ala

Platea di fondazione in c.a. (sp = 50 cm): armata con  $\Phi 16/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 16/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

### 12.2 PARETI

#### 12.2.1 Tombino

Pareti in c.a. (sp = 50 cm): armate con  $\Phi 24/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 18/20$  orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

E' presente un'armatura di rinforzo verticale in testa e alla base della parete, con barre  $\Phi 20/20$  all'intradosso e all'estradosso.

#### 12.2.2 Muri ala

Pareti in c.a. (sp = 50 cm): armate con  $\Phi 20/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 14/20$  orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

### 12.3 SOLAIO DI COPERTURA

Soletta di copertura in c.a. (sp = 50 cm): armata con  $\Phi 30/20$  superiormente ed inferiormente in direzione ortogonale all'asse del tombino e con  $\Phi 10/20$  superiormente ed inferiormente in direzione parallela all'asse del tombino, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

E' presente un'armatura di rinforzo parallela ai lati corti ai bordi, con barre  $\Phi 20/20$  all'intradosso e all'estradosso.

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto.