

**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. M. Abram
	Dott. Ing. F. Durastanti	Dott. Ing. F. Pambianco
	Dott. Ing. V. Truffini	Dott. Ing. M. Briganti Botta
	Dott. Arch. A. Bracchini	Dott. Ing. L. Gagliardini
	Dott. Ing. L. Nani	Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:

	Dott. Ing. G. Guiducci	Dott. Ing. G. Lucibello
	Dott. Ing. A. Signorelli	Dott. Arch. G. Guastella
	Dott. Ing. E. Moscatelli	Dott. Geol. M. Leonardi
	Dott. Ing. A. Bela	Dott. Ing. G. Parente
	Dott. Arch. E. A. E. Crimi	Dott. Ing. L. Ragnacci
	Dott. Ing. M. Panfilì	Dott. Arch. A. Strati
	Dott. Arch. P. Ghirelli	Archeol. M. G. Liseno
	Dott. Ing. D. Caracci	Dott. Ing. F. Aloe
	Dott. Ing. S. Sacconi	Dott. Ing. A. Salvemini
	Dott. Ing. V. Rotisciani	Dott. Ing. G. Verini Supplizi
	Dott. Ing. G. Pulli	Dott. Ing. V. Piunno
	Dott. Ing. F. Macchioni	Geom. C. Sugaroni
	Dott. Ing. P. Agnello	

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



**OPERE D'ARTE MINORI**  
**TOMBINO SCATOLARE 4X2 AL KM 15+309**  
**Relazione di calcolo**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

**L0408Z E 2101**

NOME FILE

T04TM23STRRE01A

CODICE ELAB.

**T04 TM23 STRRE01**

REVISIONE

SCALA:

**A**

Varie

**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	Copriferri.....	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>16</b>
7.2.1	Carichi permanenti strutturali .....	16
<b>7.3</b>	<b>PLATEA MURI ALA</b> .....	<b>16</b>
7.3.1	Carichi permanenti strutturali .....	16
<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	Pareti muri ala.....	20
<b>8</b>	<b>CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>22</b>
8.1	CONDIZIONI DI CARICO .....	22
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
<b>9</b>	<b>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</b>	<b>RISULTATI DELL'ANALISI.....</b>	<b>36</b>
10.1	DATI INPUT MODELLAZIONE .....	36
10.2	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	42
10.2.1	Applicazione carichi .....	42
10.2.2	Risultati Sollecitazioni .....	46
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	52
10.3.1	Verifiche copertura .....	52
10.3.2	Verifiche pareti .....	53
10.3.3	Verifiche platea di fondazione.....	56
<b>11</b>	<b>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</b>	<b>SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE .....</b>	<b>62</b>
12.1	PLATEA DI FONDAZIONE .....	62

12.1.1 Tombino, muri ala.....	62
<b>12.2 PARETI.....</b>	<b>62</b>
12.2.1 Tombino.....	62
12.2.2 Sbocco, imbocco, 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 4.00x2.00 m denominato TM23, ubicato alla progressiva km 15+309.19, 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]
Alluvioni (grana fine)	a_fine	17-19	5-15	23-28	100	20
Alluvioni (grana grossa)	a_gross	19-21	0	38-42	-	40

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 a -14.80	a_fine	Alluvioni (grana fine)
Da -14.80 a -	a_gross	Alluvioni (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 è stato intercettato nella zona in oggetto a quote comprese tra **4.69** e **5.66 m** dal piano campagna. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico".

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	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{cm}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
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 Copriferri

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 (copriferro) 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 Copriferri 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: 37.303509 [°]

longitudine: 14.988441 [°]

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	0.0758	2.506	0.272
SLD	63	101	0.1054	2.375	0.310
SLV	10	949	0.3717	2.347	0.468
SLC	5	1950	0.5273	2.342	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:

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

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

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.17$$

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

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

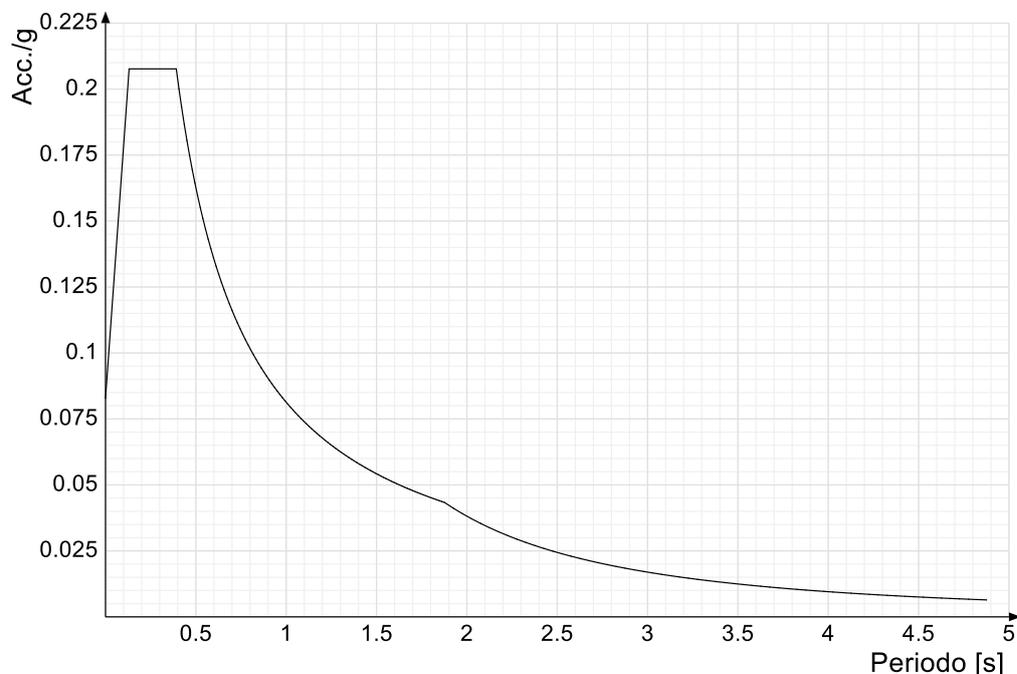
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

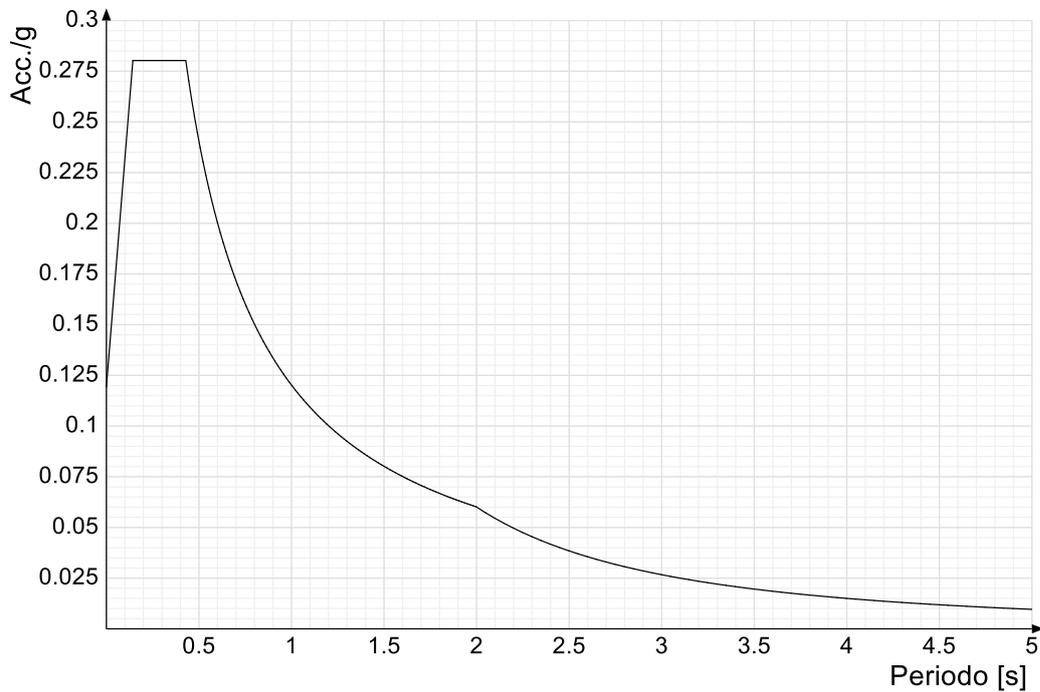
## 5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

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

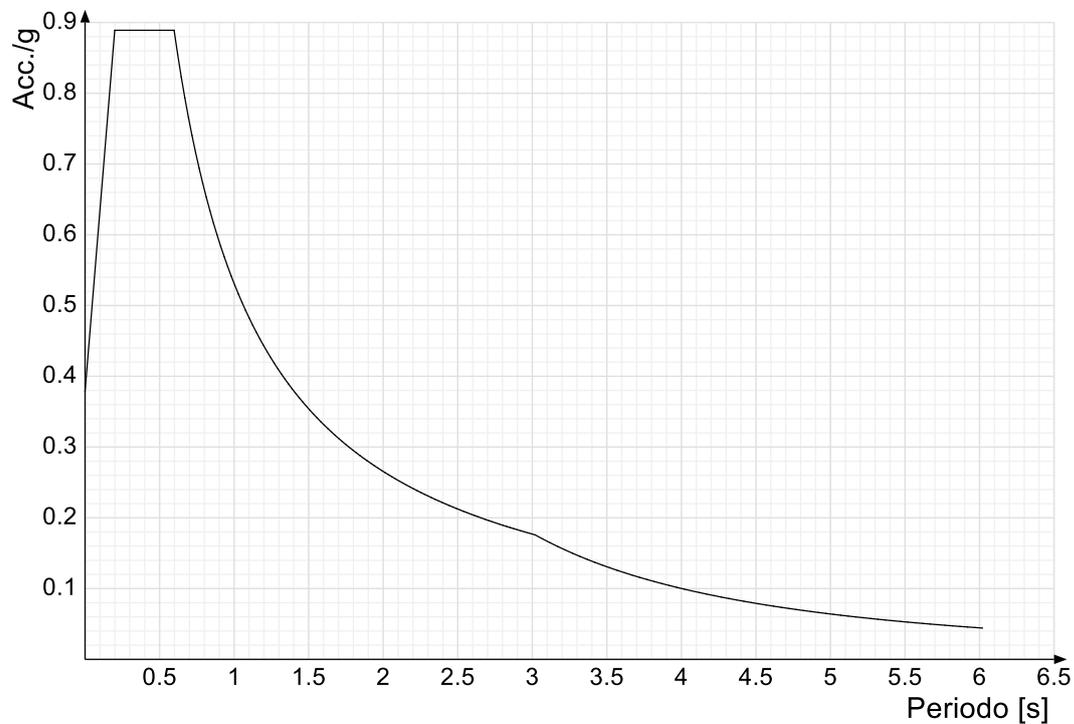
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



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 è costituito da una struttura scatolare in c.a. gettato in opera, di dimensioni interne pari a 4.00 x 2.00 m, con pareti di spessore pari a 50 cm, platea di spessore pari a 60 cm e copertura di spessore pari a 50 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 50.00 m e costituisce l'attraversamento delle due carreggiate stradali principali.

L'imbocco e lo sbocco del tombino presentano muri d'ala di altezza pari a 2.80 m e spessore di 50.

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 ( $h_{media}=2.90m$ ,  $p.p = 18 \text{ kN/m}^3$ ) ..... 52.20 kN/m<sup>2</sup>

**Carico permanente strutturale totale  $G_{1k}$**  ..... **52.20 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:

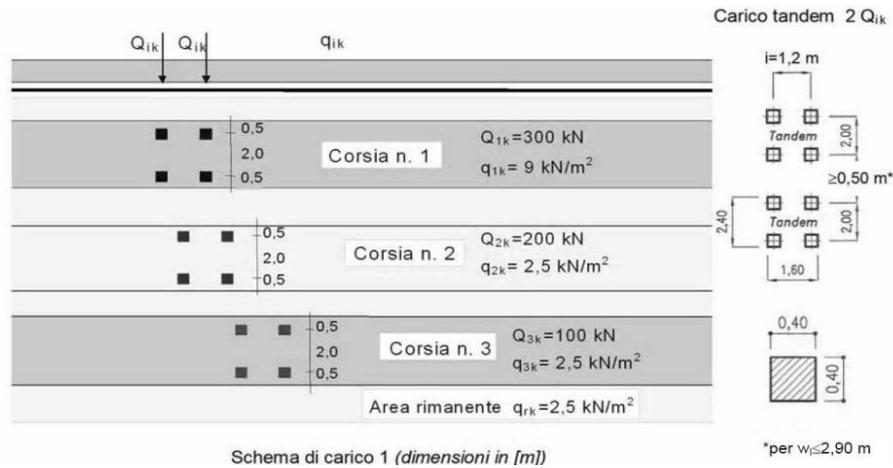
LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w > 6,00m = 9.75 \text{ m}$
CORSIE CONVENZIONALI:	$n = 3$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	0.75m (equamente suddivisa sui due lati)

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 TM23**  
**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:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$

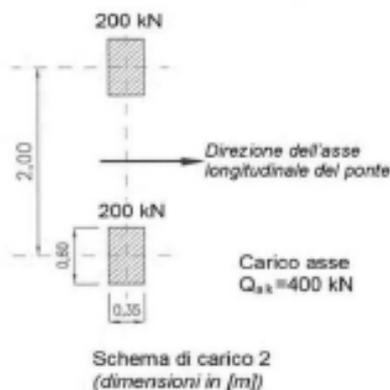
carichi concentrati:  $2 \times Q_1 = 2 \times 200 \text{ kN}$

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.***

#### 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:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 373.50 \text{ kN}$$

dove:

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

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

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

$$L = 5.00 \text{ m, lunghezza della zona caricata.}$$

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

$0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 5.00 = 373.50 \text{ kN}$  agente lungo la corsia di marcia e uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Pertanto si ha:

$$Q_3 = 373.50 / (5.00) = 74.7 \text{ kN/m}$$

## 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 ( $H=2.00 \times 0.70= 1.40 \text{ m}$ ).

Peso dell'acqua ( $H_{max} = 1.40 \text{ m}$ ) .....	14.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>14.00 kN/m<sup>2</sup></b>

## 7.3 PLATEA MURI ALA

### 7.3.1 Carichi permanenti strutturali

Peso rilevato stradale ( $h_{media}=2.80\text{m}$ , p.p = $18 \text{ kN/m}^3$ ) .....	50.40 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>50.40 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:

$\gamma_k = 19,0$      $\text{kN/m}^3$             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  $20 \text{ kN/m}^2$ .

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
$h_1 =$	0,6	m	Altezza suola fondazione
$h =$	2,5	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	3,1	m	Altezza totale muro

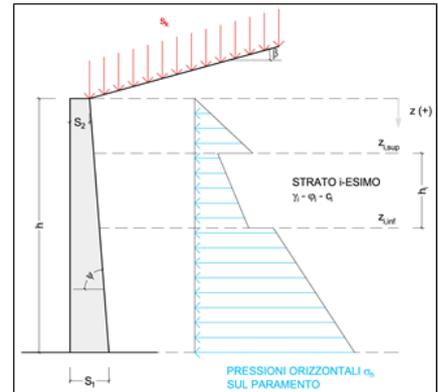
**MODALITA' DI SPINTA**

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

$a_g =$	0,372	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_g =$	2,347		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 $T_C$
$S_g =$	1,177		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S =$	1,177		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,437	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
$k_h =$	0,437		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	19,74	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	29,24	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso



**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$g_{1k}$	$g_{2k}$	$q_{1k}$	Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento
0	0	20	
$s_{s1k}$	$s_{s2k}$	$s_{q1k}$	Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico
1	1	0,3	

**Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi**

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

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

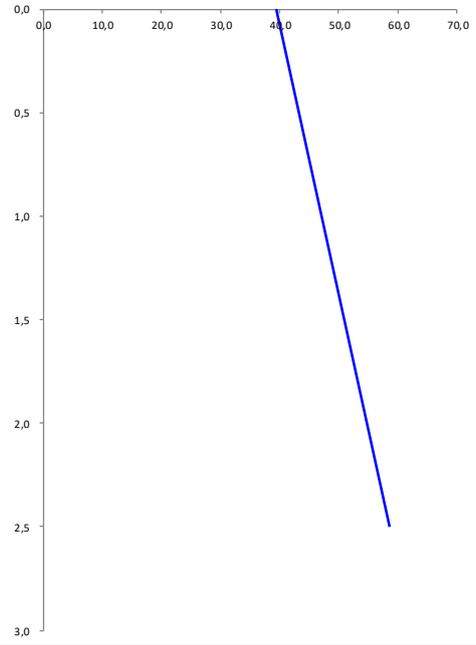
$\gamma_s$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)
1	1	1	
1	1,25	1,25	

**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> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\alpha,s}$ [-]	$k_{\beta,s}$ [-]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\alpha,s}$ [-]	$k_{\beta,s}$ [-]
1	0,00	2,50	2,50	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
2	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
3	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
4	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
5	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
6	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
7	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
8	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
9	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
10	2,50	2,50	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278

**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	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>39,52</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
2	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
3	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
4	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
5	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
6	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
7	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
8	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
9	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
10	2,50	0,43	45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>
	2,50		45,0	19,19	0,00	0,00	8,53	5,47	24,40	0,00	0,00	1,12	<b>58,71</b>



### 7.5.2 Pareti muri ala

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

#### GEOMETRIA MURO E RINTERRO

$\gamma_{sk}$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$s_{1f}$	0,5	m	Spessore alla base
$s_{2f}$	0,5	m	Spessore in testa
$h_1$	0,6	m	Altezza suola fondazione
$h$	2,8	m	Altezza paramento
$\beta$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H$	3,4	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		
$a_h$	0,372	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_{0,1}$	2,347		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 $T_C$
$S_w$	1,177		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S$	1,177		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max}$	0,437	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
$k_h$	0,437		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v$	-0,219		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h$	19,74	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b$	29,24	°	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

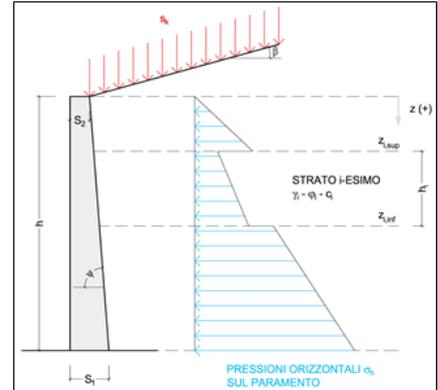
$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E$	
1	1	1	-	
1,3	1,5	1,5	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2
1	1,3	1,3	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)
1	1	1	1	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

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

$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_c$	
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)

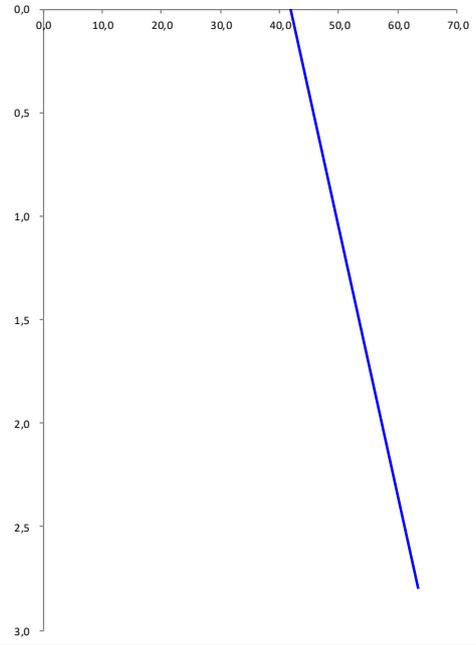
#### CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

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)			
				$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$\delta_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\text{int},s}$ [-]	$k_{\text{ext},s}$ [-]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,s}$ [-]	$k_{s,s}$ [-]	$k_{\text{int},s}$ [-]	$k_{\text{ext},s}$ [-]
1	0,00	2,80	2,80	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
2	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
3	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
4	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
5	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
6	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
7	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
8	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
9	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278
10	2,80	2,80	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,536	0,823	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,657	1,278



**PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV**

STRATO	$z_{sup} / z_{inf}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale litostatica $\sigma_{vd}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{hd}$ Terreno [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> ]
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>41,88</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
2	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
3	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
4	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
5	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
6	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
7	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
8	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
9	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
10	2,80	0,43	50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</b>
	2,80		50,4	21,49	0,00	0,00	8,53	5,47	26,76	0,00	0,00	1,12	<b>63,37</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 TM23**  
**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 TM23**  
**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 TM23**  
**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 TM23**  
**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 TM23**  
**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 TM23**  
**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.

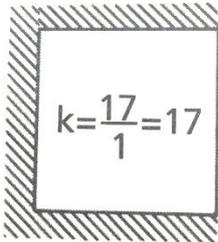
Per il calcolo delle sollecitazioni si impiega il metodo semplificato di Grashov per la soluzione del problema della piastra rettangolare comunque vincolata.

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):

$$l_x = 1.00 \text{ m}$$
$$l_y = 5.00 \text{ m}$$
$$p_{\text{tot}} = 9.12 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 8.87 \text{ kN/m}$$
$$p_y = 0.24 \text{ kN/m}$$

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

$$M_x = p_x l_x^2 / 2 = 4.44 \text{ kNm}$$
$$M_y = p_y l_y^2 / 12 = 0.50 \text{ kNm}$$

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

$$M_{xx} = 4.90 \text{ kN m}$$
$$M_{yy} = 0.50 \text{ kN m}$$

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.

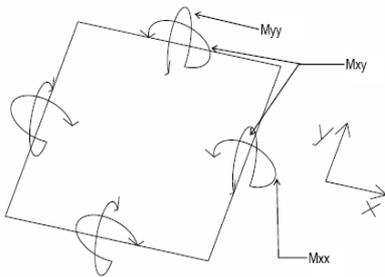
### 9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



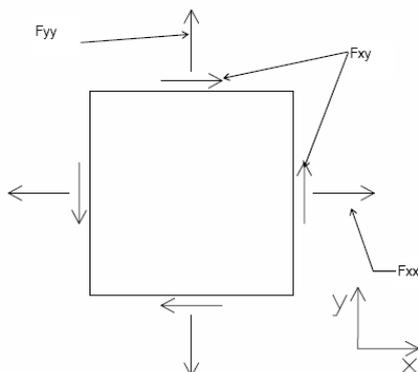
si definiscono:

$M_{xx}$ : 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:

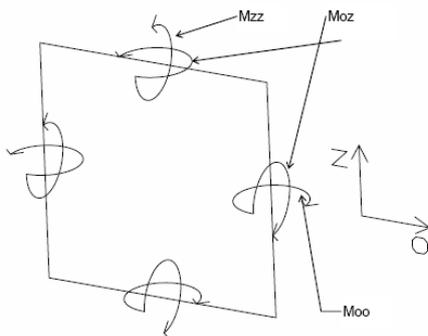
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

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.

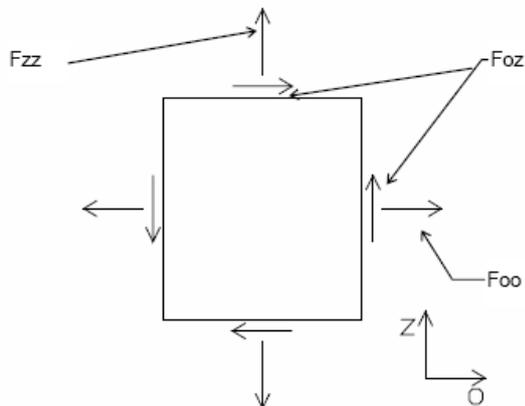
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



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:



$F_{zz}$ : 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);

$F_{oo}$ : 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);

$F_{oz}$ : 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.

f<sub>yk</sub>: resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

σ<sub>amm.</sub>: 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	f <sub>yk</sub>	σ <sub>amm.</sub>	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**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, Lentini;	
Latitudine	ED50 37,3035° (37° 18' 13");	
Longitudine	ED50 14,9884° (14° 59' 18");	
Altitudine	s.l.m. 17,21 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	2.022	[s]
Ss orizzontale SLV	1.18	
Tb orizzontale SLV	0.21	[s]
Tc orizzontale SLV	0.631	[s]
Td orizzontale SLV	3.087	[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	0.0758	
Fo SLO	2.506	
Tc* SLO	0.272	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	101	
Ag/g SLD	0.1054	
Fo SLD	2.375	
Tc* SLD	0.31	
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	949.12	
Ag/g SLV	0.3717	
Fo SLV	2.347	
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	2.8	[m]
C1	0.05	
T1	0.108	[s]
Lambda SLO	1	
Lambda SLD	1	
Lambda SLV	1	
Lambda verticale	1	
Numero modi	15	

Metodo di Ritz	non applicato
Torsione accidentale semplificata	No
Torsione accidentale per piani (livelli e falde) flessibili	No
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 $f_y$ 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	0.6
L2	Piano 1	2.5	0.5
L3	Piano 2	2.8	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

## 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	Valori												
	Condizione	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	52.7	52.7	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	52.2	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	52.2	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	52.2	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	14	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	50.4	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	2.5	19.2	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	2.5	8.53	0
	Spinta sismica terreno	24.4	2.5	24.4	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	2.8	21.49	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	2.8	8.53	0
	Spinta sismica terreno	26.76	2.8	26.76	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

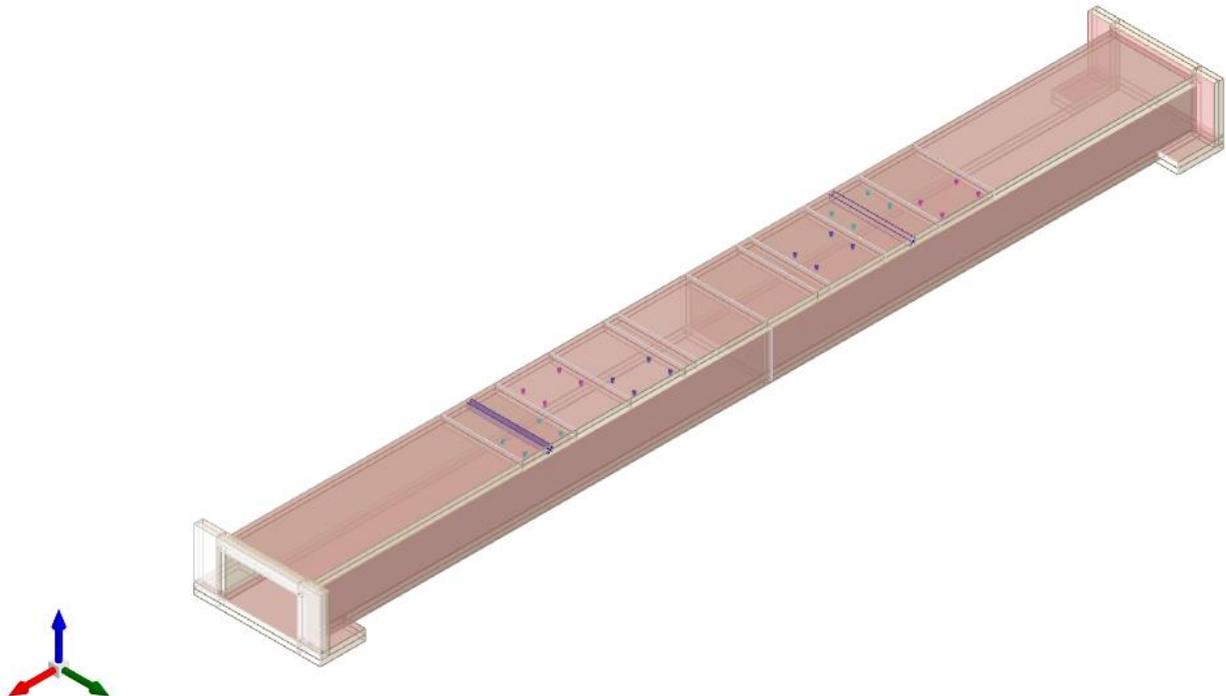


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

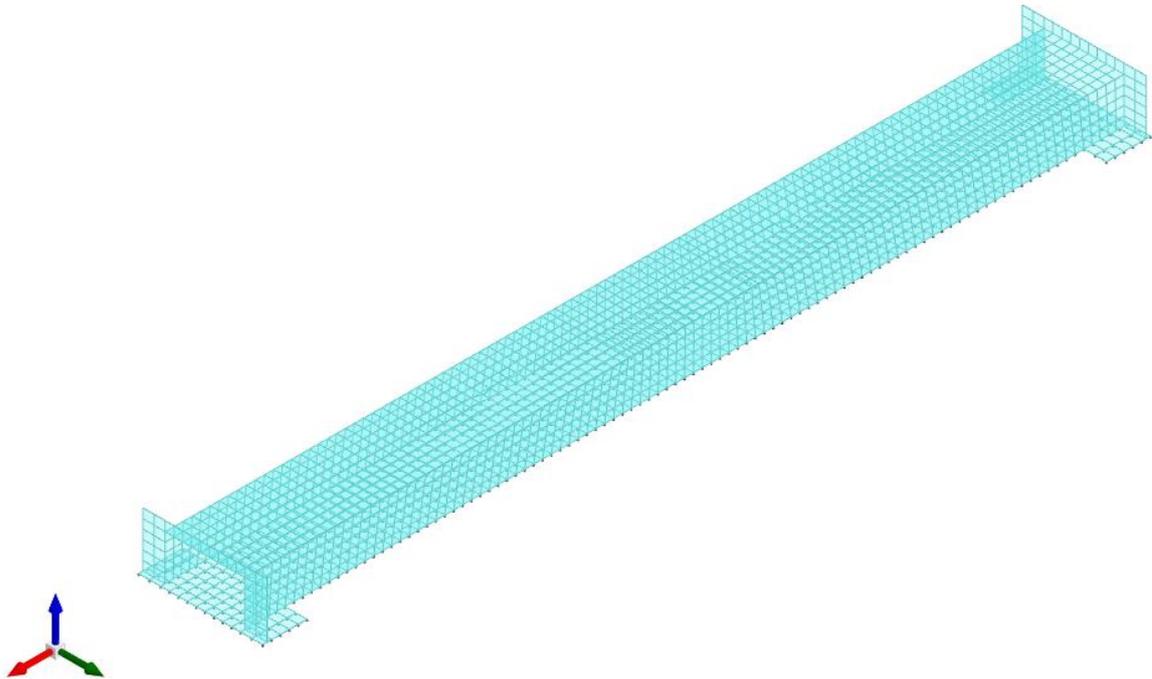


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

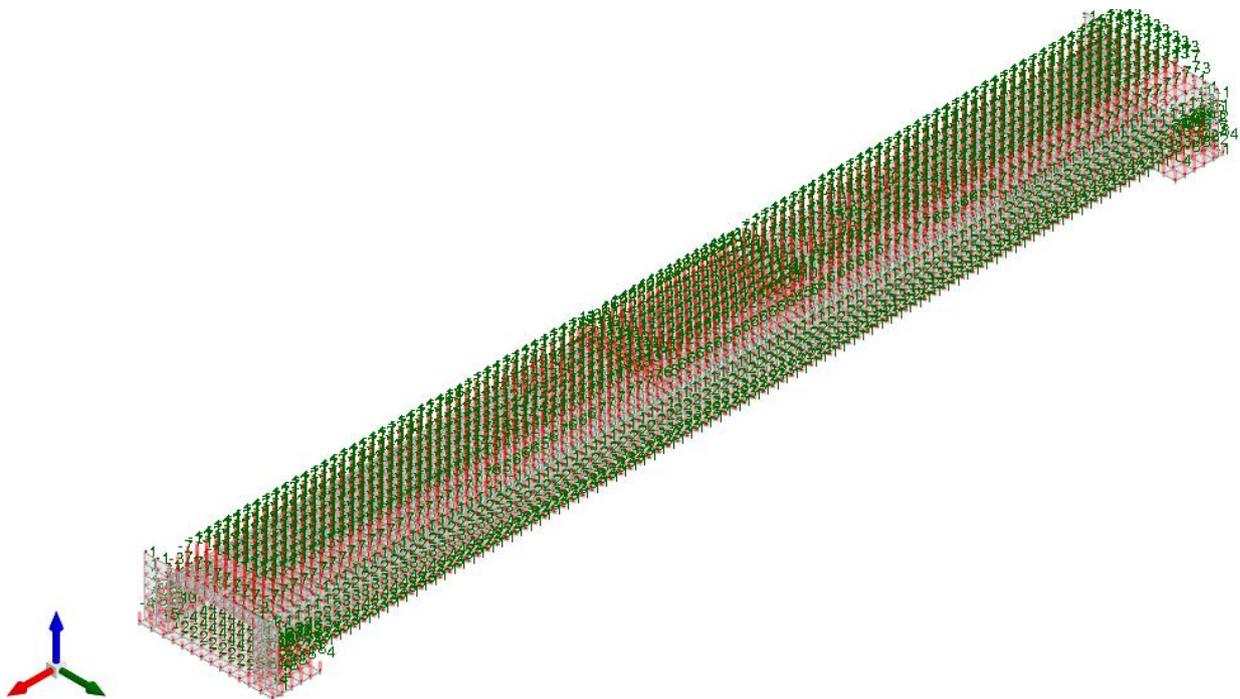


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

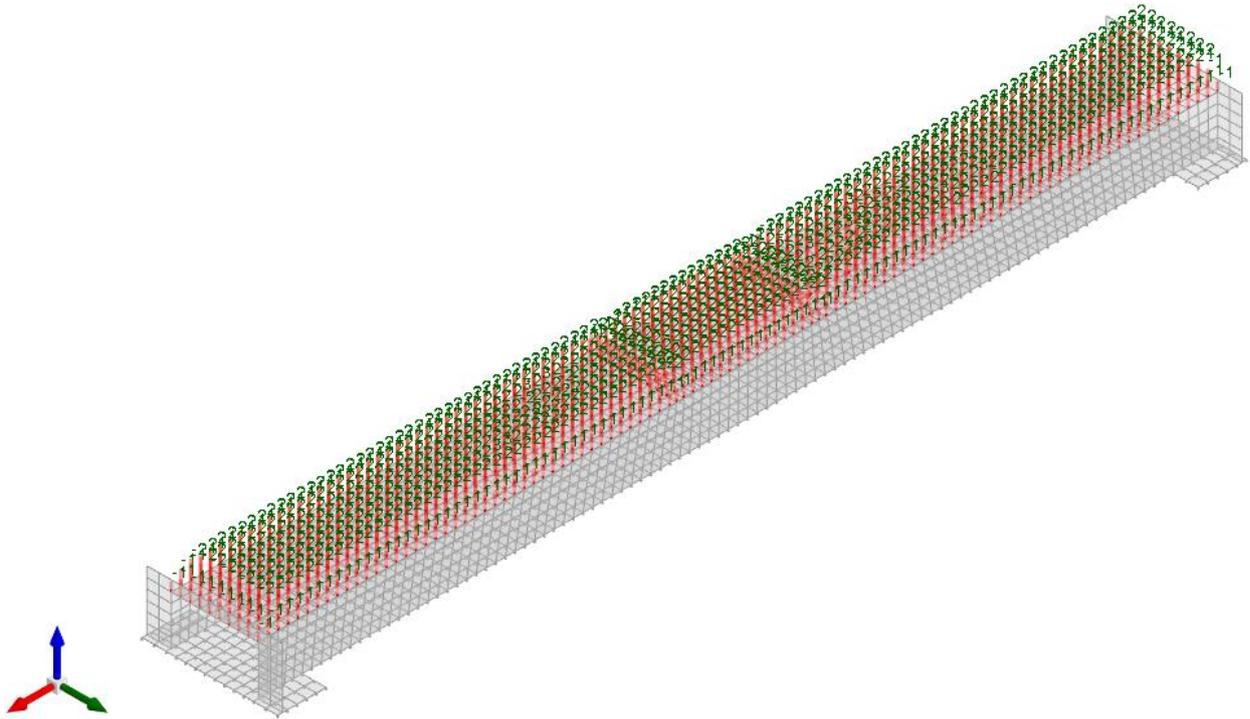


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali

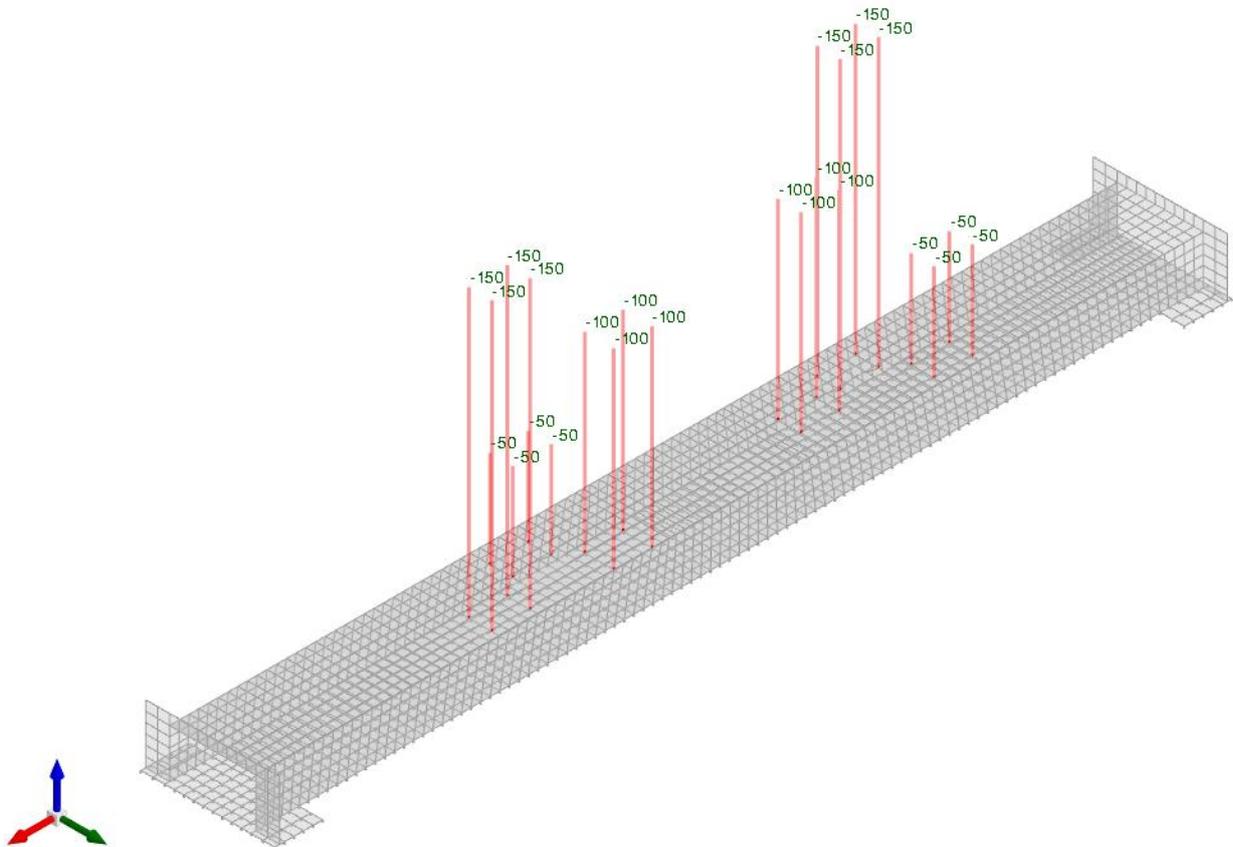


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

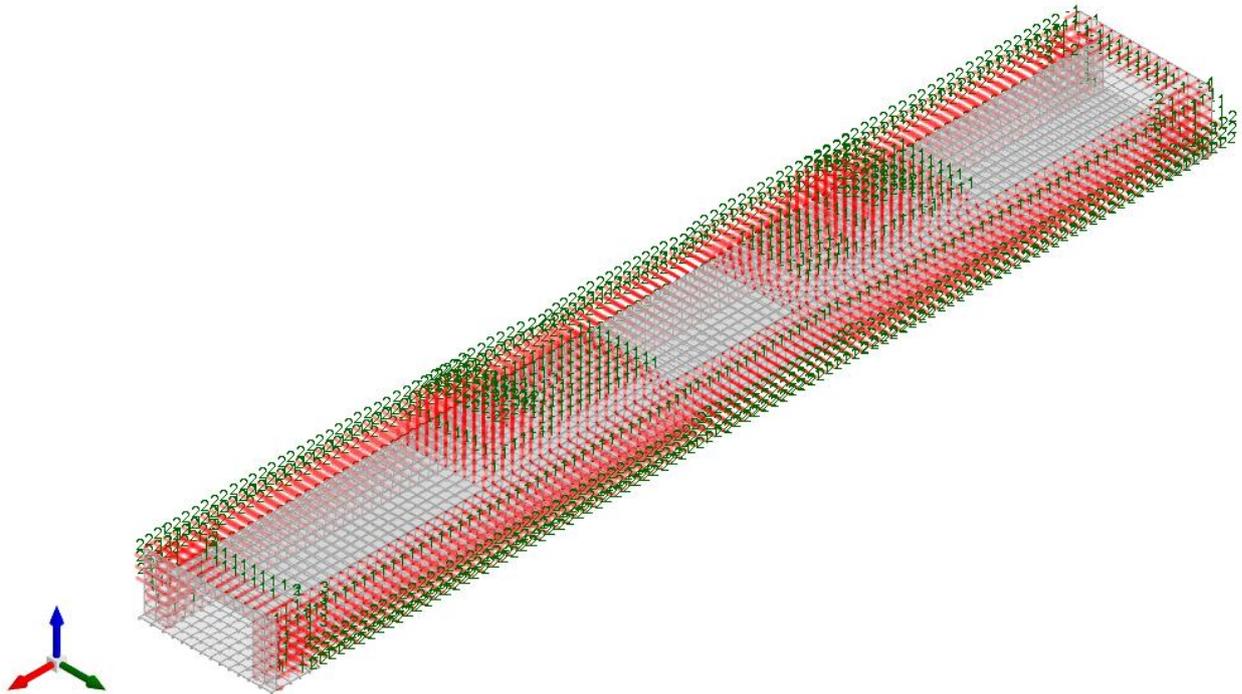


Figura 6 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

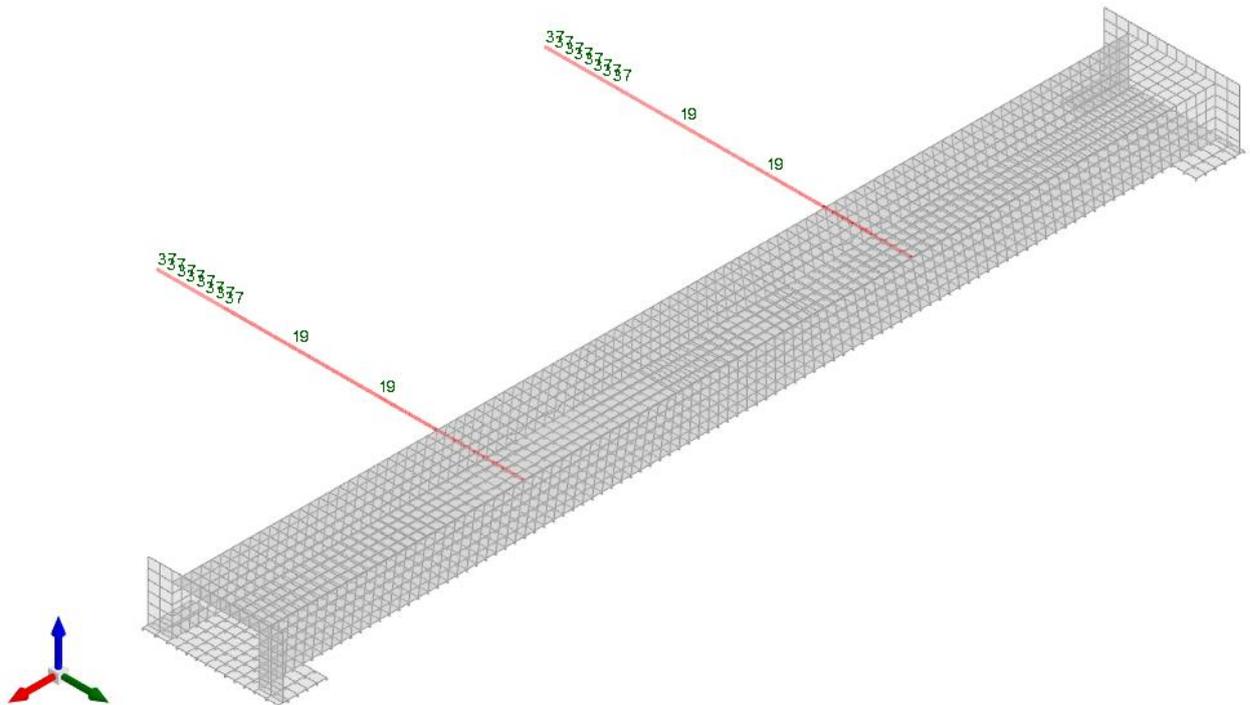


Figura 7 - Condizione frenatura

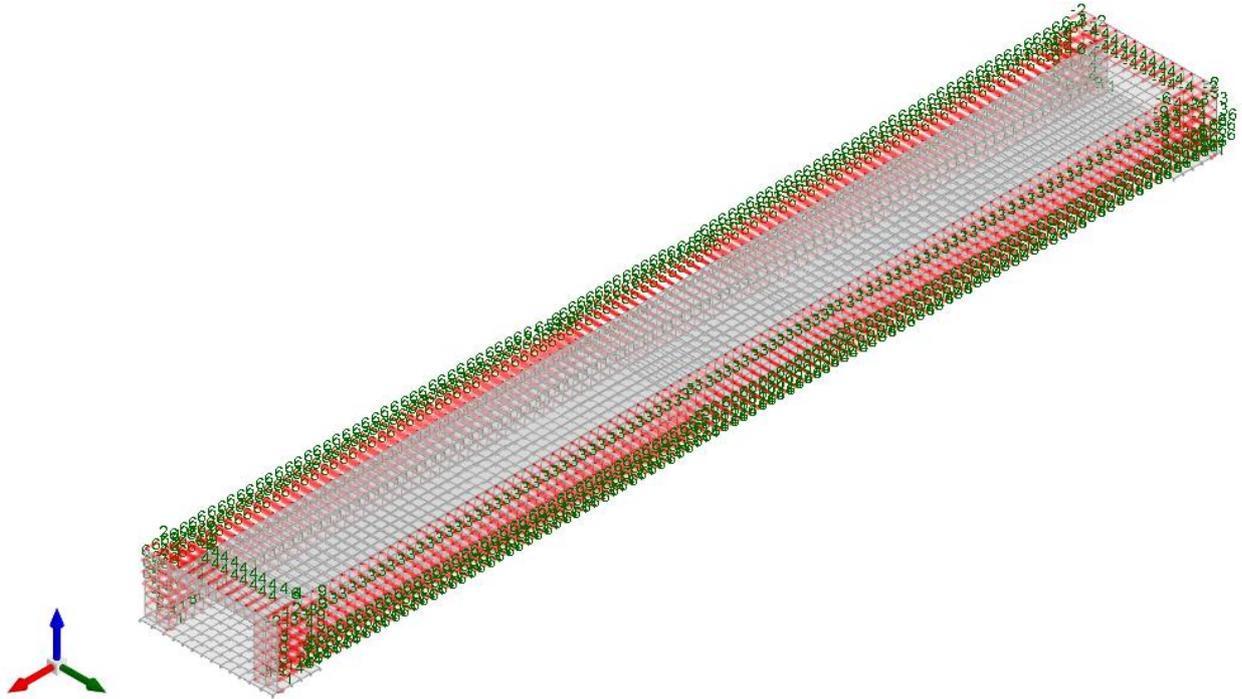


Figura 8 - Condizione spinta sismica terreno

### 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.

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

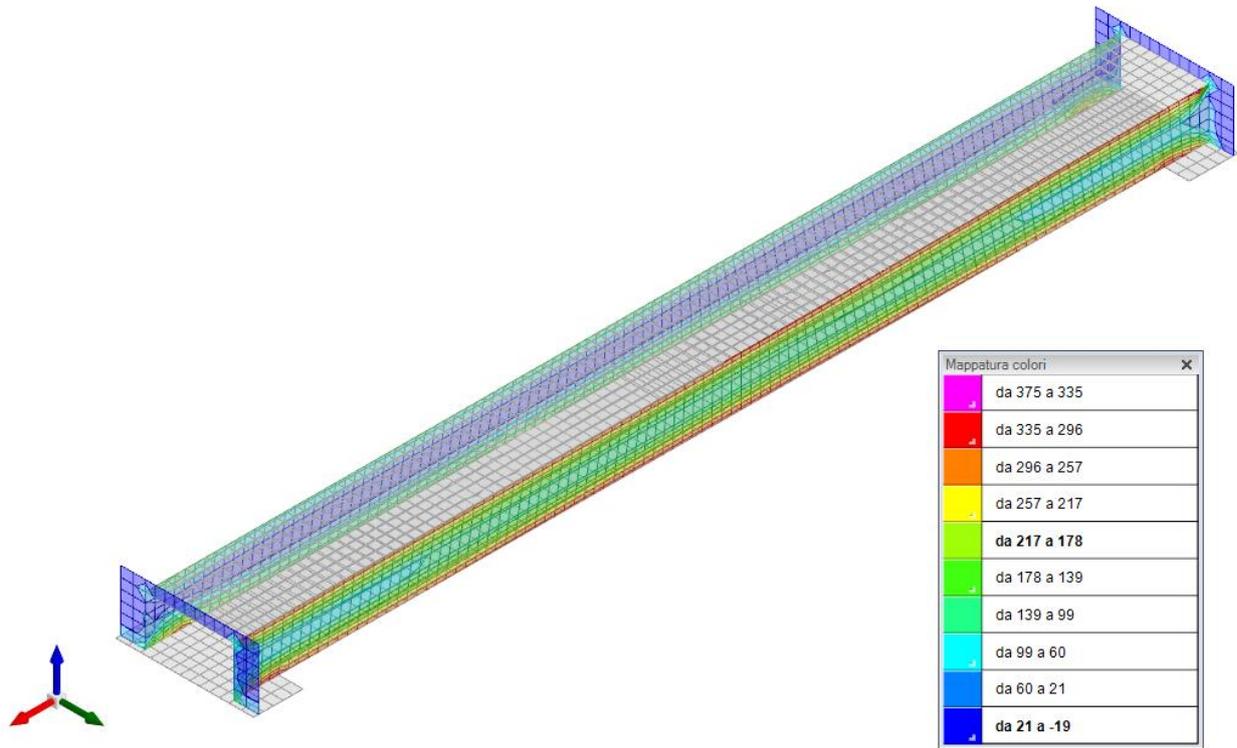


Figura 9 - Involuppo momento flettente Mzz (Involuppi SLU-SLV)

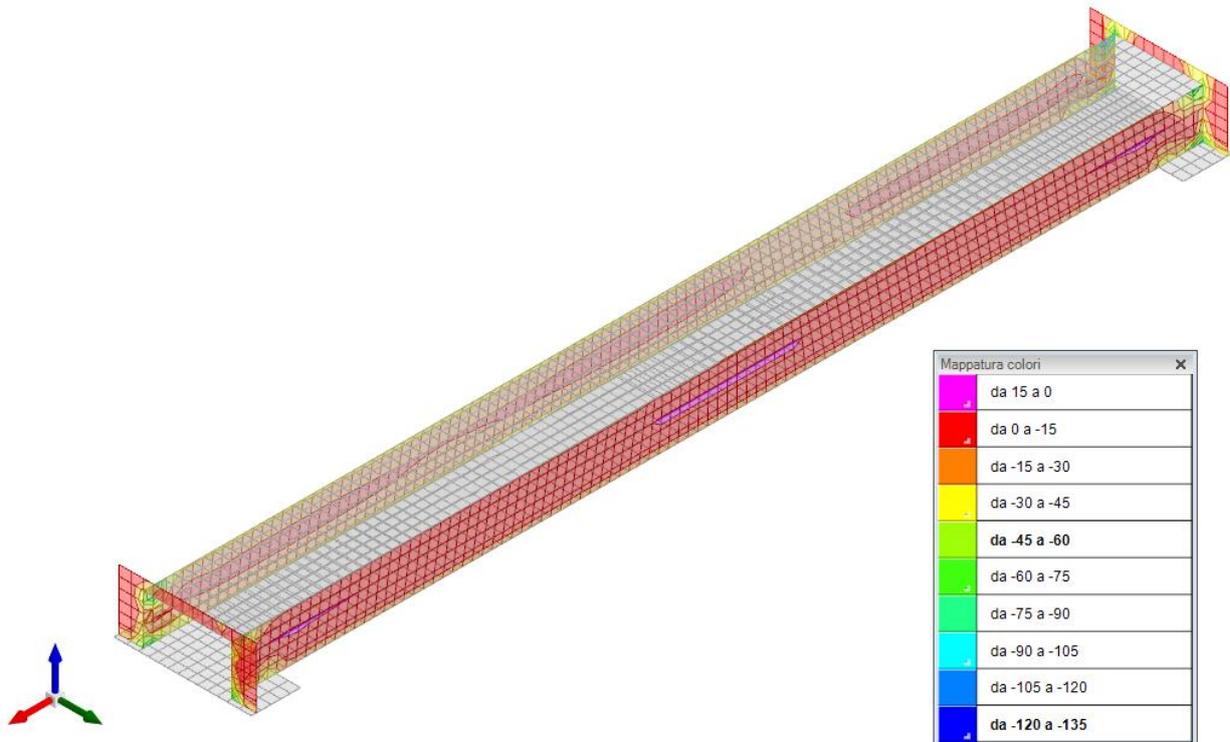


Figura 10 - Involuppo momento flettente Moo (Involuppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

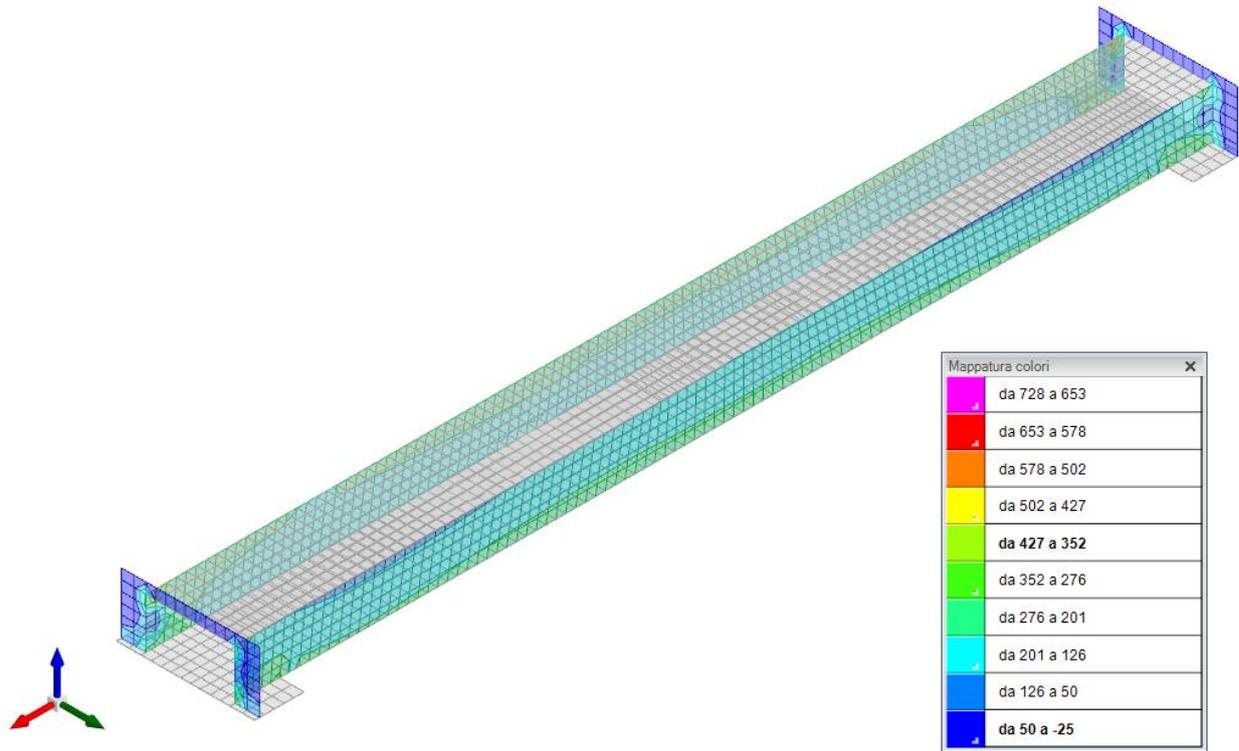


Figura 11 - Involuppo sforzo di taglio Vz (Involuppi SLU/SLV)

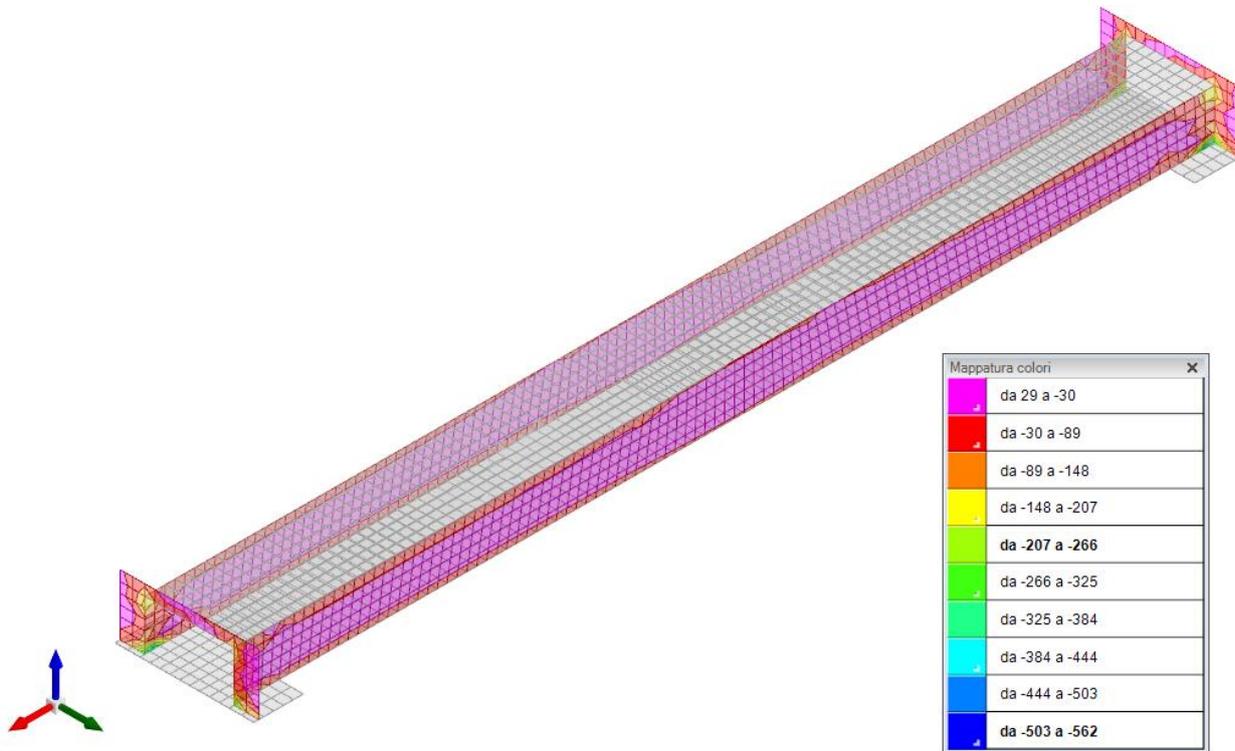


Figura 12 - Involuppo sforzo di taglio V0 (Involuppi SLU/SLV)

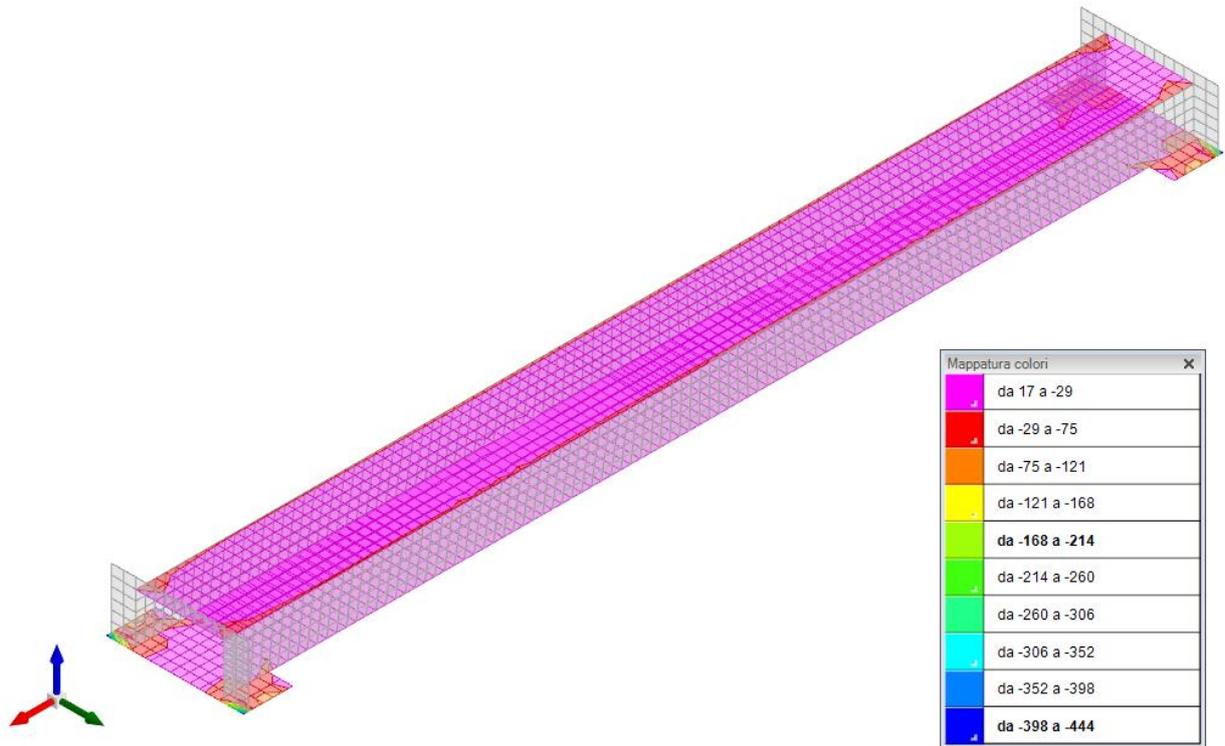


Figura 13 - Involuppo momento flettente Mxx (Involuppi SLU-SLV)

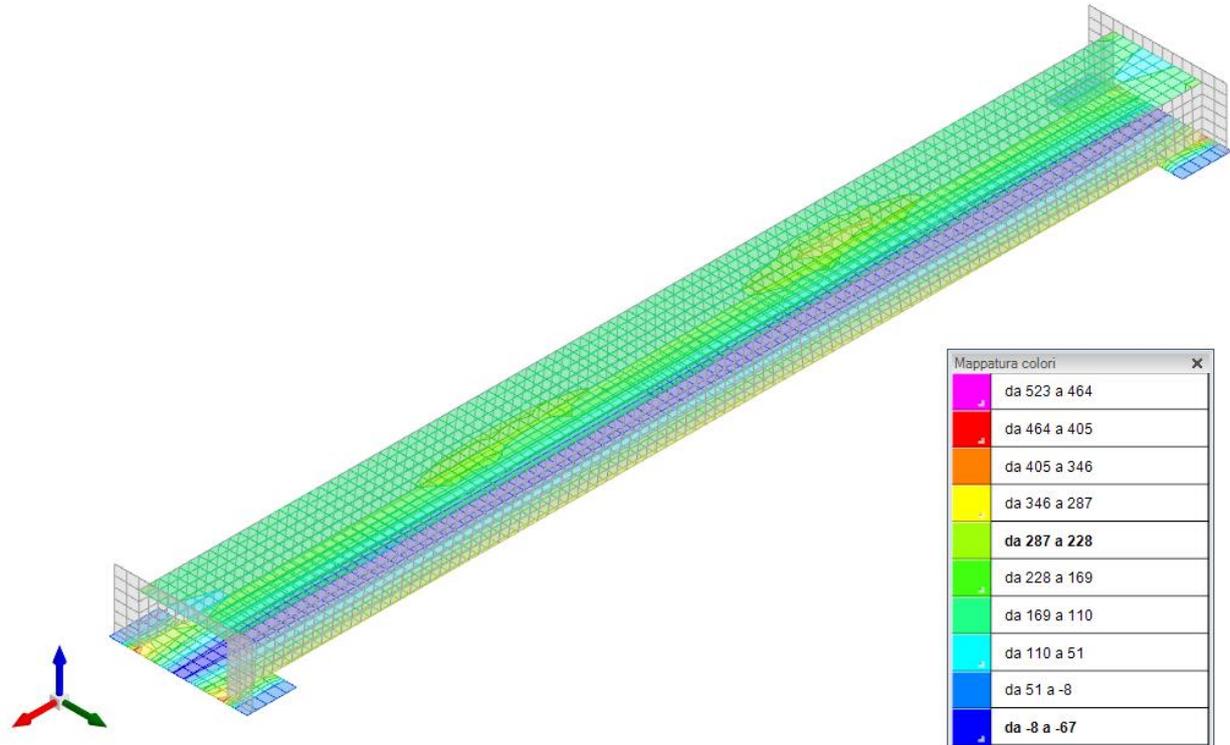


Figura 14 - Involuppo momento flettente Myy (Involuppi SLU-SLV)

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

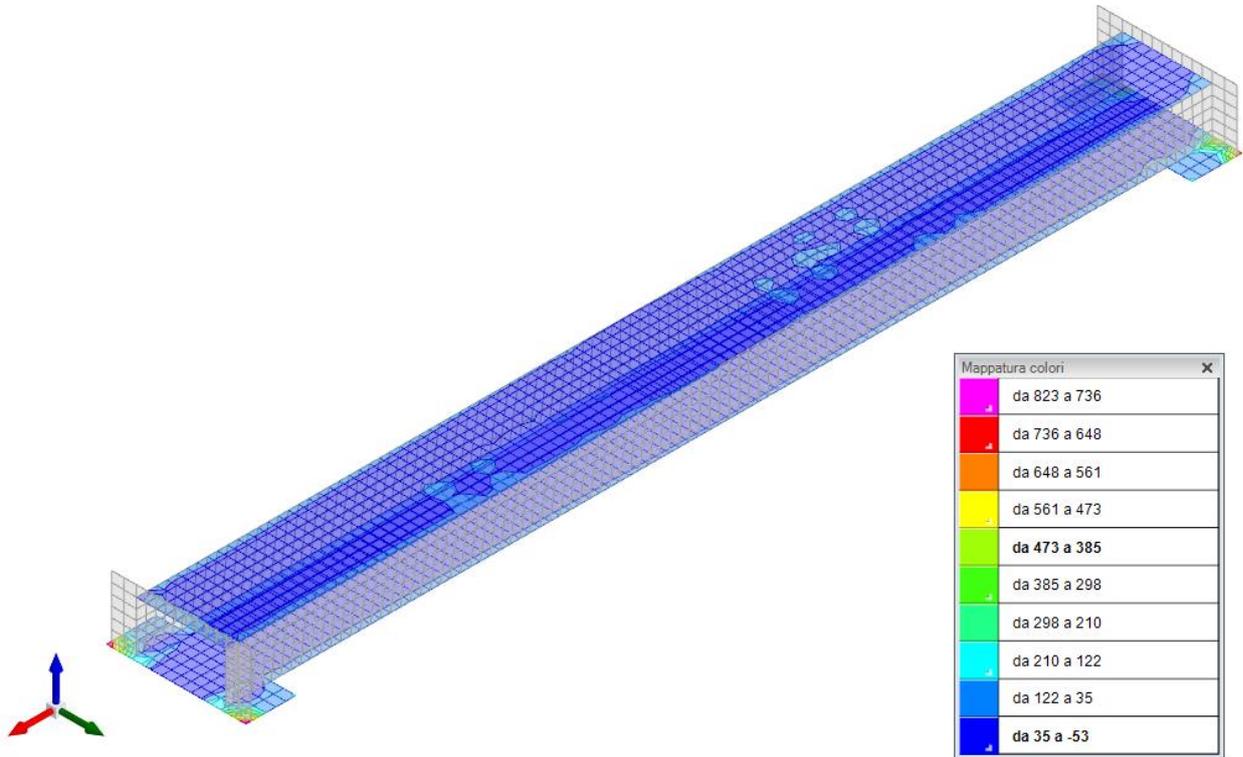


Figura 15 - Involuppo sforzo di taglio Vx (Involuppi SLU/SLV)

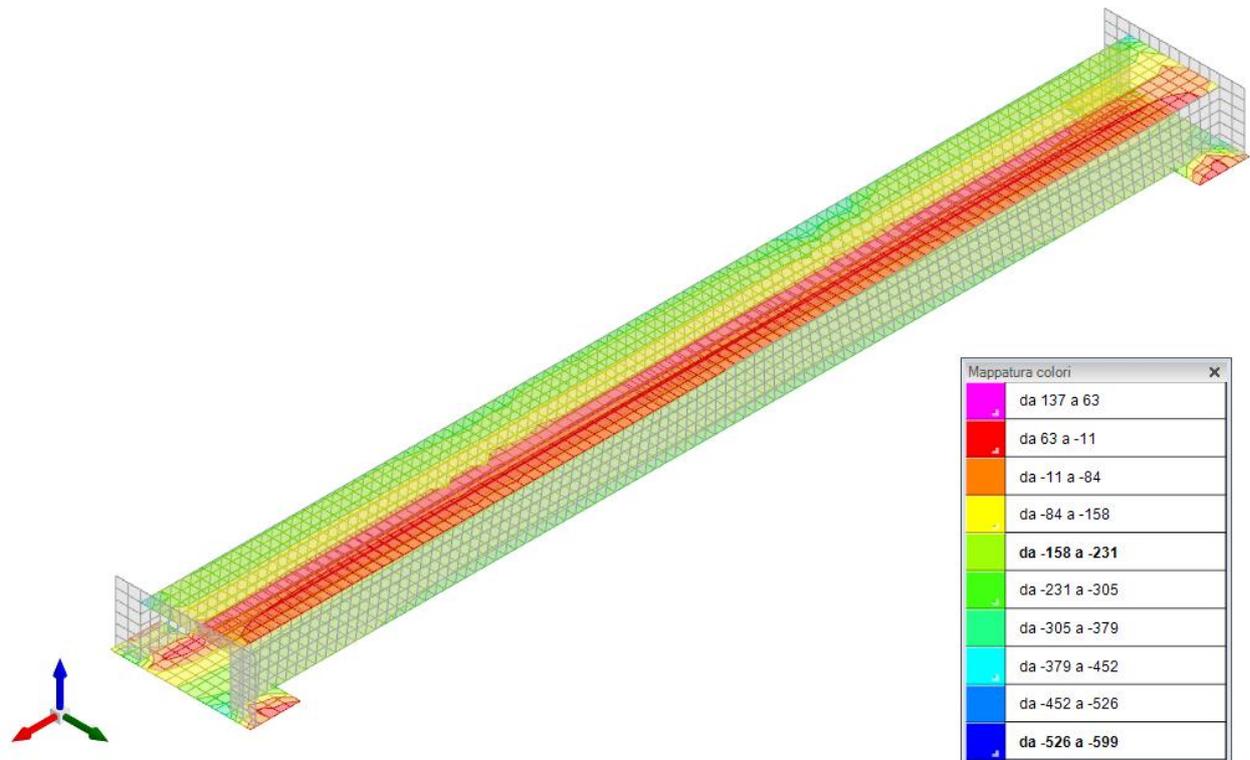


Figura 16 - Involuppo sforzo di taglio Vy (Involuppi SLU/SLV)

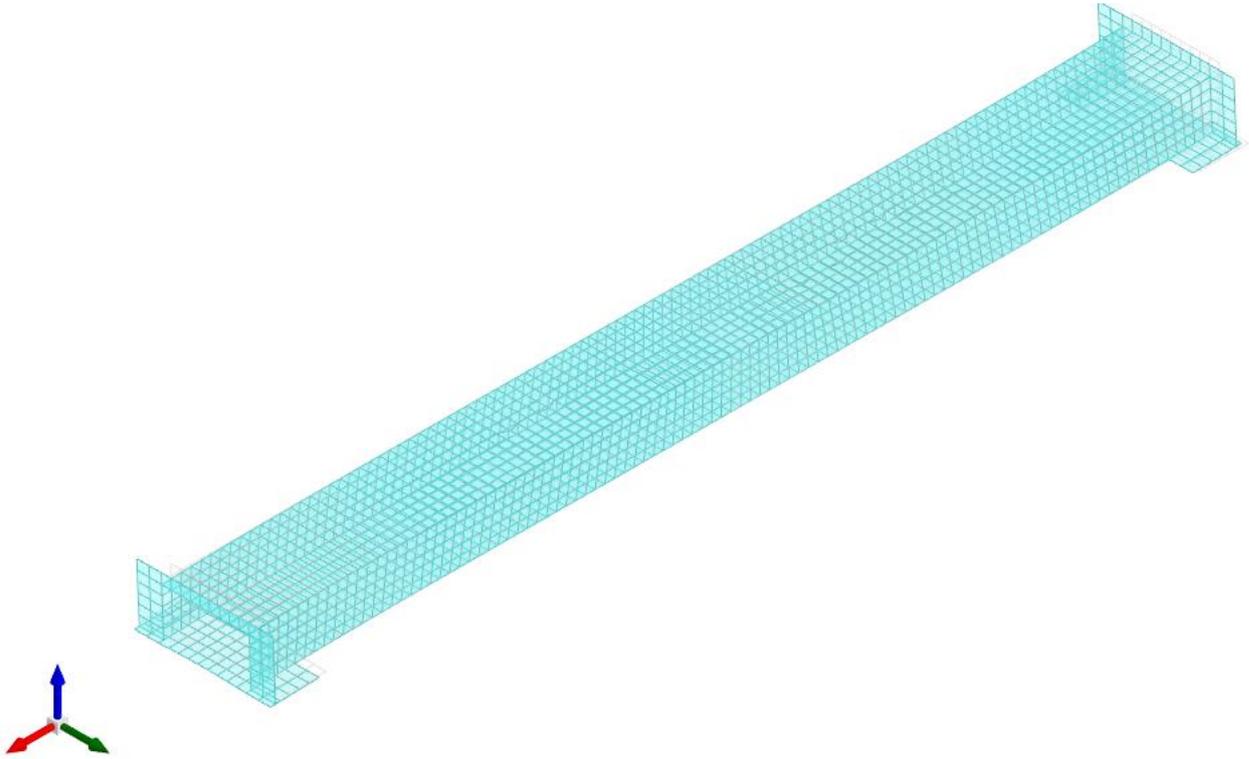


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

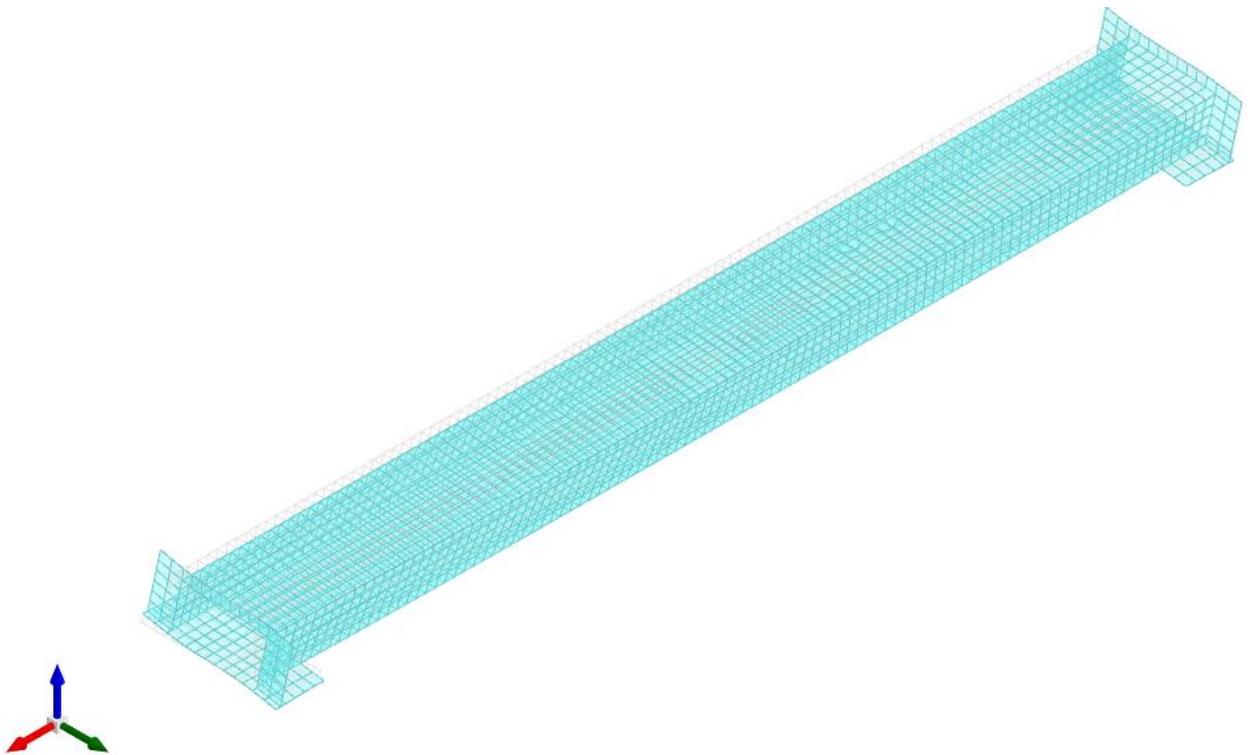


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

### 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

#### 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
2938	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	SLV 11	-351.822	0	-369.8587	0	1.0513	Si
2028	X	0.99	0.5	0.002325	0.069	0.002171	0.069	SLV 9	-347.4576	0	-367.0998	0	1.0565	Si
1977	X	0.5	0.5	0.001093	0.069	0.001093	0.069	SLV 21	-150.9909	0	-173.909	0	1.1518	Si
2887	X	0.5	0.5	0.001093	0.069	0.001093	0.069	SLV 23	-150.9852	0	-173.909	0	1.1518	Si
2937	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	SLV 23	-313.832	0	-370.3423	0	1.1801	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
2910	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	0.005	0	SLU 132	-424.97	0	1449.59	227.99	1449.59	1503.82	1.9	0.0023405	3.411	Si
2914	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	0.005	0	SLU 130	-413.86	0	1449.59	227.99	1449.59	1503.82	1.9	0.0023405	3.5026	Si
2797	X	0.498	0.5	0.00109	0.069	0.001244	0.069	0.0025	0	SLV 11	-205.16	0	721.63	111.02	721.63	748.62	1.9	0.0010901	3.5175	Si
2837	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	0.005	0	SLU 132	-411.86	0	1449.59	227.99	1449.59	1503.82	1.9	0.0023405	3.5196	Si
2838	X	1	0.5	0.00234	0.069	0.00234	0.069	0.005	0	SLU 132	-401.68	0	1449.59	227.99	1449.59	1503.82	1.9	0.0023405	3.6088	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
2538	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	146.97	0	-3076	19920	15	Si
2433	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	146.3213	0	-3063	19920	15	Si
2478	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	145.0534	0	-3036	19920	15	Si
2441	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	144.4559	0	-3024	19920	15	Si
2437	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	143.8256	0	-3011	19920	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
2538	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	146.97	0	33225	360000	15	Si
2433	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	146.3213	0	33078	360000	15	Si
2478	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	145.0534	0	32791	360000	15	Si
2441	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	144.4559	0	32656	360000	15	Si
2437	X	1	0.5	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	143.8256	0	32514	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

### 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
2027 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1980 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1979 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1981 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1982 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1999 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1998 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
2000 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
1997 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788
2001 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0675	0.0788

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2027 Prosp.A	Orizzontale	SLV 5	-315.4761	-262.4	-368.5592	-306.56	1.1683	Si
1980 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	-301.8602	-262.74	-371.7269	-323.55	1.2315	Si
1979 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	-301.8671	-262.8	-371.7644	-323.66	1.2316	Si
1981 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	-301.8213	-262.68	-371.7269	-323.52	1.2316	Si
1982 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	-301.7483	-262.62	-371.7269	-323.52	1.2319	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
1189 Prosp.A	Orizzontale	0.424	0.5	Necessaria	0.1	SLV 27	189.53	-382.16	-41.6257	153.93	669.56	235.47	235.47	2.5	0.0009425	1.2423	Si
2027 Prosp.A	Orizzontale	0.421	1	Necessaria	0.1	SLV 5	-323.9	-262.4	-315.4761	245.78	1263.78	467.5	467.5	2.5	0.0019603	1.4434	Si
1188 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.962	Necessaria	0.1	SLV 27	314.13	-512.32	-107.1245	258.54	1260.72	453.69	453.69	2.5	0.0015708	1.4443	Si
1817 Prosp.A	Orizzontale	0.426	1	Necessaria	0.1	SLV 5	-319.09	-268.58	-147.8992	232.87	1279.13	472.88	472.88	2.5	0.0015708	1.482	Si
1137 Prosp.A	Orizzontale	0.424	0.5	Non necessaria	0	SLV 11	107.72	-62.24	-103.8828	113.21	627.44	178.56	178.56	2.5	0.0009425	1.6576	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1999 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-121.1949	-221.46	No	-2859	19920	15	6.9667	Si
1998 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-120.9847	-221.47	No	-2855	19920	15	6.9771	Si
2000 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-120.1412	-217.34	No	-2831	19920	15	7.0375	Si
1997 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-119.4577	-217.72	No	-2817	19920	15	7.0705	Si
2001 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-118.5035	-212.68	No	-2789	19920	15	7.1424	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1999 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-121.1949	-221.46	No	19920	360000	15	18.0726	Si
1998 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-120.9847	-221.47	No	19875	360000	15	18.1135	Si
2000 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-120.1412	-217.34	No	19806	360000	15	18.1765	Si
1997 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-119.4577	-217.72	No	19650	360000	15	18.3211	Si
2001 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-118.5035	-212.68	No	19581	360000	15	18.3848	Si

### Parete 2 tombino

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2888 Prosp.A	Orizzontale	0.975	0.5	0.1681	0.196	0.0679	0.0813
2887 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0897	0.1176	0.0685	0.083
1870 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.077	0.077	0.057	0.057
1869 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.077	0.077	0.057	0.057
1871 Prosp.A	Verticale	1	0.5	0.077	0.077	0.057	0.057
2910 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.065	0.0764
2911 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0649	0.0763
2914 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0645	0.0759
2913 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0647	0.0761
2912 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0648	0.0761
2909 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.196	0.196	0.0651	0.0765

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2888 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	294.2712	-256.28	336.5855	-293.13	1.1438	Si
2887 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	150.8923	-131.44	178.9442	-155.87	1.1859	Si
1870 Prosp.A	Verticale	SLU 119	9.4765	465.26	11.3331	556.42	1.1959	Si
1869 Prosp.A	Verticale	SLU 119	9.5975	464.43	11.4822	555.64	1.1964	Si
1871 Prosp.A	Verticale	SLU 119	9.3736	464.45	11.2464	557.24	1.1998	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
1290 Prosp.A	Orizzontale	0.424	0.5	Necessaria	0.1	SLV 25	-189.46	-382.16	41.6106	153.93	669.56	235.47	235.47	2.5	0.0009425	1.2428	Si
1289 Prosp.A	Orizzontale	0.425	0.962	Necessaria	0.1	SLV 25	-314.04	-512.34	107.085	258.54	1260.72	453.69	453.69	2.5	0.0015708	1.4447	Si
1918 Prosp.A	Orizzontale	0.426	1	Necessaria	0.1	SLV 7	319.22	-268.76	147.8805	232.89	1279.16	472.88	472.88	2.5	0.0015708	1.4814	Si
2937 Prosp.A	Orizzontale	0.438	1	Necessaria	0.1	SLV 7	324.03	-262.21	315.5247	251.01	1314.54	486.29	486.29	2.5	0.0019603	1.5008	Si
1286 Prosp.A	Orizzontale	0.426	1	Necessaria	0.1	SLV 5	-273.75	87.6	185.1876	198.54	1243.63	472.88	472.88	2.5	0.0015708	1.7274	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2910 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	125.9445	-327.15	No	-3153	19920	15	6.3174	Si
2911 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	126.8805	-270.67	No	-3070	19920	15	6.4884	Si
2914 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	120.1105	-320.07	No	-3020	19920	15	6.5965	Si
2913 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	124.5457	-269.34	No	-3019	19920	15	6.5978	Si
2912 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	124.7204	-244.78	No	-2979	19920	15	6.6871	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2912 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	124.7204	-244.78	No	21626	360000	15	16.6463	Si
2911 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	126.8805	-270.67	No	21429	360000	15	16.7994	Si
2910 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	127.5443	-293.39	No	20977	360000	15	17.1616	Si
2913 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	124.5457	-269.34	No	20926	360000	15	17.2031	Si
2909 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 24	122.7808	-261.21	No	20767	360000	15	17.3351	Si

**Muri ala 1**

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2973 Prosp.A	Verticale	0.5	0.5	0.052	0.052	0.0573	0.0573
2951 Prosp.A	Verticale	0.5	0.5	0.052	0.052	0.0573	0.0573
1294 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1005	0.1005	0.068	0.068
1292 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1005	0.1005	0.068	0.068
1294 Prosp.A	Verticale	0.7134	0.5	0.0314	0.0314	0.055	0.055
2961 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2963 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2959 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2965 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
1506 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0804	0.0603	0.1198	0.0763
1508 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0804	0.0603	0.1198	0.0763
1718 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0804	0.0603	0.1198	0.0763

**Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2973 Prosp.A	Verticale	SLV 27	-1.6639	330.24	-2.0088	398.7	1.2073	Si
2951 Prosp.A	Verticale	SLV 25	-1.6792	330.12	-2.0279	398.68	1.2077	Si
1294 Prosp.A	Orizzontale	SLV 5	15.4183	468.52	22.8323	693.81	1.4809	Si
1292 Prosp.A	Orizzontale	SLV 7	15.3261	468.61	22.7222	694.76	1.4826	Si
1294 Prosp.A	Verticale	SLV 7	-4.3219	119.74	-7.7454	214.59	1.7921	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
1290 Prosp.A	Orizzontale	0.431	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	-67.32	-214.67	9.8081	122.46	657.56	176.04	176.04	2.5	0.0006032	2.6151	Si
2951 Prosp.A	Verticale	0.443	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	30.66	330.12	-1.6792	96.52	646.16	99.17	99.17	2.5	0.0005199	3.2345	Si
1189 Prosp.A	Orizzontale	0.431	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 27	-67.4	-214.67	9.7804	122.46	657.56	220.53	220.53	2.5	0.0006032	3.2719	Si
1294 Prosp.A	Orizzontale	0.432	1	Non necessaria	0.1	SLV 25	-99.57	440.74	17.5005	189.78	1261.14	498.06	498.06	2.5	0.0010053	5.002	Si
1292 Prosp.A	Orizzontale	0.432	1	Non necessaria	0.1	SLV 27	-99.44	440.79	17.4158	189.78	1261.14	514.46	514.46	2.5	0.0010053	5.1738	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2961 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.5104	-179.52	No	-1127	14940	15	13.2596	Si
2963 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.5094	-179.51	No	-1127	14940	15	13.2612	Si
2959 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.5703	-142.59	No	-906	14940	15	16.4869	Si
2965 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	0.5674	-142.33	No	-904	14940	15	16.5191	Si
2963 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	0.589	-182.99	No	-1153	19920	15	17.2742	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2961 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	0.2845	-151.52	No	-13596	360000	15	26.478	Si
2963 Prosp.A	Verticale	SLE RA 19	0.3578	-148.34	No	-13247	360000	15	27.1758	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1506 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 19	-2.0745	124.91	No	7863	360000	15	45.7853	Si
1508 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	-2.2486	118.72	No	7600	360000	15	47.3664	Si
1718 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	-3.3101	108.66	No	7531	360000	15	47.8039	Si

## Muri ala 2

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
2950 Prosp.A	Verticale	0.5	0.5	0.052	0.052	0.0573	0.0573
2972 Prosp.A	Verticale	0.5	0.5	0.052	0.052	0.0573	0.0573
1293 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1005	0.1005	0.068	0.068
1291 Prosp.A	Orizzontale	1	0.5	0.1005	0.1005	0.068	0.068
1291 Prosp.A	Verticale	0.7134	0.5	0.0314	0.0314	0.055	0.055
2962 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2960 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2964 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
2958 Prosp.A	Verticale	0.3	0.5	0.0481	0.0481	0.0575	0.0575
1505 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0804	0.0603	0.1198	0.0763
1507 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0603	0.0804	0.0763	0.1198
1717 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.5	0.0603	0.0804	0.0763	0.1198

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
2950 Prosp.A	Verticale	SLV 21	1.6624	330.25	2.0074	398.78	1.2075	Si
2972 Prosp.A	Verticale	SLV 23	1.6611	330.24	2.0062	398.84	1.2077	Si
1293 Prosp.A	Orizzontale	SLV 9	-15.4109	468.48	-22.8315	694.06	1.4815	Si
1291 Prosp.A	Orizzontale	SLV 11	-15.4101	468.7	-22.8305	694.39	1.4815	Si
1291 Prosp.A	Verticale	SLV 9	4.3309	119.75	7.7601	214.57	1.7918	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
1190 Prosp.A	Orizzontale	0.431	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 21	67.08	-214.63	-9.8072	122.45	657.56	243.95	243.95	2.5	0.0006032	3.6366	Si
1291 Prosp.A	Orizzontale	0.432	1	Non necessaria	0.1	SLV 23	99.64	440.93	-17.492	189.78	1261.14	491.65	491.65	2.5	0.0010053	4.9344	Si
1293 Prosp.A	Orizzontale	0.432	1	Non necessaria	0.1	SLV 21	99.57	440.77	-17.4832	189.78	1261.14	508.91	508.91	2.5	0.0010053	5.1112	Si
1291 Prosp.A	Verticale	0.445	0.713	Non necessaria	0.1	SLV 23	50.64	-169.21	-4.7161	160.8	950.08	314.74	314.74	2.5	0.0003142	6.2156	Si
1293 Prosp.A	Verticale	0.445	0.713	Non necessaria	0.1	SLV 21	-50.63	-169.36	-4.6956	160.82	950.1	314.74	314.74	2.5	0.0003142	6.217	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2962 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5091	-179.54	No	-1127	14940	15	13.2593	Si
2960 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5091	-179.53	No	-1127	14940	15	13.2601	Si
2964 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.5673	-142.41	No	-905	14940	15	16.5108	Si
2958 Prosp.A	Verticale	SLE QP 1	-0.567	-142.4	No	-905	14940	15	16.5113	Si
2962 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-0.5842	-183	No	-1153	19920	15	17.2778	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
2960 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	-0.2831	-151.56	No	-13601	360000	15	26.4689	Si
2962 Prosp.A	Verticale	SLE RA 19	-0.3552	-149.94	No	-13396	360000	15	26.8747	Si
1505 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 19	2.1028	122.86	No	7762	360000	15	46.3793	Si
1507 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	2.2528	118.69	No	7601	360000	15	47.3642	Si
1717 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	3.3067	108.41	No	7515	360000	15	47.9034	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
1011	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 5	316.8632	0	318.9005	0	1.0064	Si
91	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 7	316.841	0	318.9005	0	1.0065	Si
1012	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 5	316.4834	0	318.9005	0	1.0076	Si
92	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 7	316.4624	0	318.9005	0	1.0077	Si
1013	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLV FO 5	316.0739	0	318.9005	0	1.0089	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
241	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV FO 27	-206.06	0	891.31	110	891.31	924.65	1.9	0.0007854	4.3255	Si
949	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV FO 25	205.98	0	891.31	110	891.31	924.65	1.9	0.0007854	4.3272	Si
240	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 27	-356.69	0	1782.61	220	1782.61	1849.3	1.9	0.0015708	4.9977	Si
948	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 25	356.59	0	1782.61	220	1782.61	1849.3	1.9	0.0015708	4.999	Si
1022	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLU 130	295.57	0	1782.61	220	1782.61	1849.3	1.9	0.0015708	6.0312	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
611	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 1	-122.8696	0	-1799	14940	15	Si
509	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 1	-122.868	0	-1799	14940	15	Si
610	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 1	-122.8679	0	-1799	14940	15	Si
508	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 1	-122.8665	0	-1799	14940	15	Si
612	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 1	-122.8555	0	-1799	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
613	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	-150.5856	0	25351	360000	15	Si
614	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	-150.5543	0	25346	360000	15	Si
612	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	-150.4684	0	25332	360000	15	Si
615	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	-150.3435	0	25311	360000	15	Si
611	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 31	-150.2281	0	25291	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

### Fondazione 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
11	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	SLV FO 7	43.5178	0	44.3028	0	1.018	Si
1084	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	SLV FO 5	43.5149	0	44.3028	0	1.0181	Si
1084	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	SLV FO 27	-43.2629	0	-44.3028	0	1.024	Si
11	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	SLV FO 25	-43.2565	0	-44.3028	0	1.0242	Si
1085	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	SLV FO 27	-41.8676	0	-44.3028	0	1.0582	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
13	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0	SLV FO 27	-339.87	0	916.53	111.82	916.53	950.82	1.9	0.0001963	2.6967	Si
1086	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0	SLV FO 25	-339.46	0	916.53	111.82	916.53	950.82	1.9	0.0001963	2.6999	Si
13	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0	SLV FO 5	277.96	0	916.53	111.82	916.53	950.82	1.9	0.0001963	3.2973	Si
1086	Y	0.5	0.6	0.000196	0.055	0.000196	0.055	0.0025	0	SLV FO 7	277.61	0	916.53	111.82	916.53	950.82	1.9	0.0001963	3.3015	Si
23	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	0.0025	0	SLV FO 25	206.09	0	891.31	110	891.31	924.65	1.9	0.0007854	4.3249	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
27	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 27	308.38	0	1782.61	220	1782.61	1849.3	1.9	0.0015708		
	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	0.005	0		-375.09	0	1833.06	223.65	1833.06	1901.64	1.9	0.0003927	2.6482	Si

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

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
1072	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	0.005	0	SLV FO 25	-308.52	0	1782.61	220	1782.61	1849.3	1.9	0.0015708		
	Y	1	0.6	0.000393	0.055	0.000393	0.055	0.005	0		-374.9	0	1833.06	223.65	1833.06	1901.64	1.9	0.0003927	2.6483	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
1050	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE QP 3	51.8785	0	-1519	14940	15	Si
130	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE QP 3	51.8679	0	-1519	14940	15	Si
1052	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 3	92.1611	0	-1349	14940	15	Si
132	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP 3	92.1437	0	-1349	14940	15	Si
1050	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 19	57.4538	0	-1682	19920	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
1050	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 19	57.4538	0	19345	360000	15	Si
130	X	0.5	0.6	0.000785	0.07	0.000785	0.07	SLE RA 3	55.4121	0	18657	360000	15	Si
1052	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 16	100.748	0	16961	360000	15	Si
132	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 3	98.9439	0	16657	360000	15	Si
1056	X	1	0.6	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA 3	87.671	0	14760	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 0.60 m, con larghezza pari a 5.00 m e sviluppo di 50.00 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 2.65 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 71000 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:  $k = 71139$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 71000 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 "a\_fine". 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]
Alluvioni (grana fine)	a_fine	17-19	5-15	23-28	100	20

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

**TOMBINO SCATOLARE TM23**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

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="5,00"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="50,00"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,60"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="2,65"/>	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="5,00"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="50,00"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="250,00"/>		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="28"/>	°	Angolo di attrito
$c' =$	<input type="text" value="15"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione efficace
$c_u =$	<input type="text" value="100"/>	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="2,770"/>		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	<input type="text" value="47,70"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

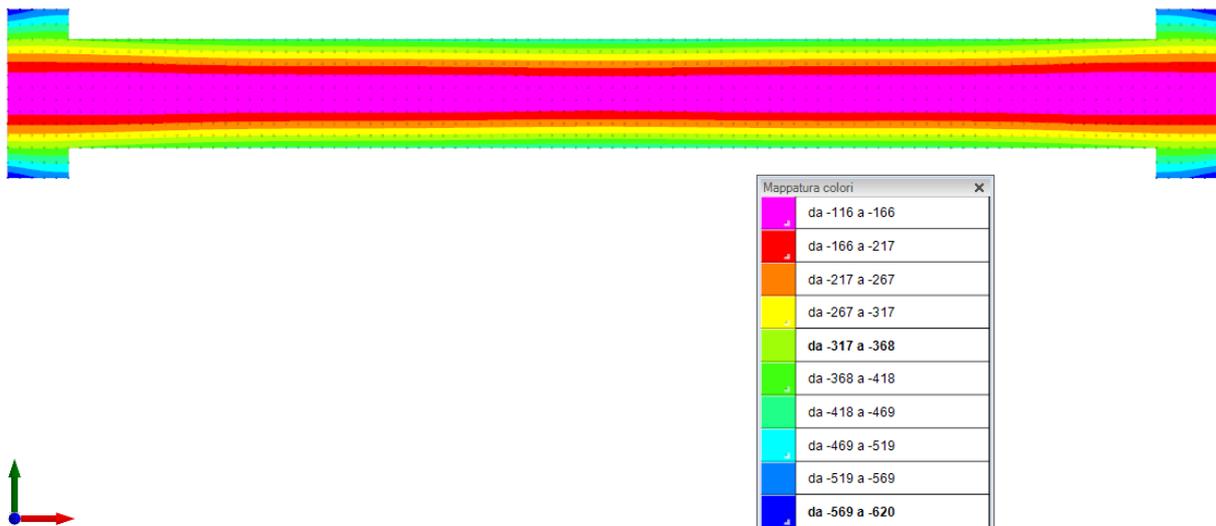
PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k =$	0,53	Fattore di profondità
$m_b =$	1,91	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l =$	1,09	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m =$	1,91	Parametro di forma complessivo
$N_c =$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q =$	14,72	
$N_\gamma =$	14,59	
$s_c =$	1,05	Fattori di forma
$s_q =$	1,05	
$s_\gamma =$	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
$q_{LIM} =$	1778,500 kN/m <sup>2</sup>
$q_{R,D} =$	773,26 kN/m <sup>2</sup>

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, muri ala

Platea di fondazione in c.a. (sp = 60 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.

### 12.2 PARETI

#### 12.2.1 Tombino

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.

E' presente un'armatura di rinforzo verticale in testa alla parete, con barre  $\Phi 12/20$  all'intradosso e all'estradosso.

#### 12.2.2 Sbocco, imbocco, muri ala

Pareti in c.a. (sp = 50 cm): armate con  $\Phi 16/20$  verticali all'intradosso e all'estradosso e con  $\Phi 10/20$  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 = 60 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  $\Phi 14/20$  all'intradosso e all'estradosso.

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