

## SS.4 - Variante dell'abitato di Monterotondo Scalo - 2°Stralcio

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. RM190

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA**

**IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

**IL PROGETTISTA:**

Vladimiro Rotisciani  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A376

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini  
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

**IL R.U.P.:**

Dott. Ing.  
Achille Devitofranceschi

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Filippo Pambianco  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

**IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**



Dott. Ing. N. Granieri	Dott. Ing. D. Carliaccini	Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Arch. N. Kamenicky	Dott. Ing. S. Sacconi	Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. V. Truffini	Dott. Ing. F. Aloe	Geom. C. Vischini
Dott. Arch. A. Bracchini	Dott. Ing. V. De Gori	Dott. Ing. V. Piunno
Dott. Ing. F. Durastanti	Dott. Ing. C. Consorti	Dott. Ing. G. Pulli
Dott. Ing. E. Bartolucci	Geom. M. Manzo	Geom. G. Sugarani
Dott. Geol. G. Cerquiglini		
Geom. S. Scopetta		
Dott. Ing. L. Sbrenna		
Dott. Ing. M. Briganti Botta		
Dott. Ing. E. Sellari		
Dott. Ing. L. Dinelli		
Dott. Ing. L. Nani		
Dott. Ing. F. Pambianco		
Dott. Agr. F. Berti Nulli		



### OPERE MINORI ELABORATI GENERALI Relazione di calcolo tombini

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

CODICE  
ELAB.

DPRM0190

D

20

T00OM00STRRE01

A

-

A

Emissione

V. Piunno

F. Macchioni

N. Granieri

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

---

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO.....	7
3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO.....	7
4. MATERIALI.....	9
4.1 CALCESTRUZZO.....	9
4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO.....	10
5. CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE.....	11
6. TOMBINO TM01.....	13
6.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	13
6.2 ANALISI DEI CARICHI.....	13
6.2.1 Copertura tombino.....	13
6.2.2 Platea tombino.....	15
6.2.3 Azione della temperatura.....	15
6.2.4 Spinta del terreno sulle pareti.....	15
6.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	17
6.3.1 Condizioni di carico.....	17
6.3.2 Combinazioni di carico.....	18
6.4 RISULTATI DELL'ANALISI.....	25
6.4.1 Modellazione: Input.....	25
6.4.2 Modellazione: Output.....	36
6.5 VERIFICHE STRUTTURALI.....	42

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

6.5.1	Verifiche copertura .....	42
6.5.2	Verifiche pareti .....	43
6.5.3	Verifiche platea di fondazione .....	49
<b>6.6</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE.....</b>	<b>51</b>
6.6.1	Valutazione della costante di sottofondo .....	51
6.6.2	Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione .....	51
<b>7.</b>	<b>TOMBINO TM02 .....</b>	<b>55</b>
7.1	GEOMETRIA DELL'OPERA.....	55
7.2	ANALISI DEI CARICHI.....	55
7.2.1	Copertura tombino .....	55
7.2.2	Platea tombino.....	57
7.2.3	Azione della temperatura .....	57
7.2.4	Spinta del terreno sulle pareti.....	57
7.3	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	59
7.3.1	Condizioni di carico.....	59
7.3.2	Combinazioni di carico .....	60
7.4	RISULTATI DELL'ANALISI.....	67
7.4.1	Modellazione: Input .....	67
7.4.2	Modellazione: Output.....	78
7.5	VERIFICHE STRUTTURALI.....	84
7.5.1	Verifiche copertura .....	84
7.5.2	Verifiche pareti .....	86
7.5.3	Verifiche platea di fondazione .....	92

---

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE.....	93
7.6.1 Valutazione della costante di sottofondo .....	93
7.6.2 Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione .....	94
8. TOMBINO TM03 .....	98
8.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	98
8.2 ANALISI DEI CARICHI .....	98
8.2.1 Copertura tombino .....	98
8.2.2 Platea tombino.....	100
8.2.3 Azione della temperatura .....	100
8.2.4 Spinta del terreno sulle pareti.....	100
8.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	103
8.3.1 Condizioni di carico.....	103
8.3.2 Combinazioni di carico .....	104
8.4 RISULTATI DELL'ANALISI.....	111
8.4.1 Modellazione: Input .....	111
8.4.2 Modellazione: Output.....	122
8.5 VERIFICHE STRUTTURALI.....	128
8.5.1 Verifiche copertura .....	128
8.5.2 Verifiche pareti.....	129
8.5.3 Verifiche platea di fondazione .....	135
8.6 VERIFICHE GEOTECNICHE.....	136
8.6.1 Valutazione della costante di sottofondo .....	137
8.6.2 Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione .....	137

---

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

9. TOMBINI MINORI - POZZETTO.....	141
9.1 GEOMETRIA DELL'OPERA.....	141
9.2 ANALISI DEI CARICHI.....	141
9.2.1 Copertura tombino.....	141
9.2.2 Platea tombino.....	141
9.2.3 Azione della temperatura.....	142
9.2.4 Spinta del terreno sulle pareti.....	142
9.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	144
9.3.1 Condizioni di carico.....	144
9.3.2 Combinazioni di carico.....	145
9.4 RISULTATI DELL'ANALISI.....	148
9.4.1 Modellazione: Input.....	148
9.4.2 Modellazione: Output.....	158
9.5 VERIFICHE STRUTTURALI.....	166
9.5.1 Verifiche pareti.....	166
9.5.2 Verifiche Platea di fondazione.....	172
9.6 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO.....	173
9.6.1 Valutazione della costante di sottofondo.....	173
9.6.2 Verifica della capacità portante del complesso terreno-fondazione.....	174

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali dei tombini scatolari da realizzarsi nell'ambito della *“Progettazione Definitiva ed Esecutiva dell'intervento S.S.4 variante dell'abitato di Monterotondo scalo – 2° Stralcio”*

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.M del 17.01.2018 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circ. 21/01/2019 n. 7 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. 17 gennaio 2018

### 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]
Argilla sovraconsolidata	Aoc1	19	15	28	75	10
Argilla sovraconsolidata	Aoc2	19	15	28	75	-
argilla normalconsolidata	Anc	19	0	28	0.22x $\sigma'_v$	-
sabbie e ghiaie	S-Gh	18.5	-	35	-	50
argille consistenti plioceniche	Apl	19.5	30	26	150	80

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 -5.00	Aoc1	Argilla sovraconsolidata
Da -5.00 a -15.00	Aoc2	Argilla sovraconsolidata
Da -15.00 a -30.00	Anc	argilla normalconsolidata
Da -30.00 a -50.00	S-Gh	sabbie e ghiaie
Da -50.00 a -	Apl	argille consistenti plioceniche

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico misurato si attesta, mediamente, ad una profondità compresa tra 1.5 e 5 m da p.c. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geologico" (T00-GE00-GEO-FG-01). Considerata la natura dei terreni e la variabilità marcatamente stagionale dei livelli idrici in progetto si assume, cautelativamente, di considerare il livello di falda medio a **-3 m da p.c.**

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

Cod.	Descrizione	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (KPa)	$\phi'$ (deg)
R	Riempimento	19	0	35

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

## 4. MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

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

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

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

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

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

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

Classe di resistenza	C32/40 ( $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ )
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC4+XA2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua - cemento (a/c)	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m <sup>3</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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.

**4.2ACCIAIO 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: 42.061331 [°]

longitudine: 12.581379 [°]

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$F_0$  – 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	0.0568	2.561	0.275
SLD	63	101	0.0677	2.578	0.290
SLV	10	949	0.1395	2.600	0.335
SLC	5	1950	0.1721	2.590	0.342

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

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

$S_S$  orizzontale SLO = 1.5

$S_S$  orizzontale SLD = 1.5

$S_S$  orizzontale SLV = 1.482

$S_T = 1.0$  (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, abbattuto di un fattore di comportamento  $q_{ND}$ , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

Tutti i tombini si configurano come "strutture in c.a. deformabili torsionalmente".

Pertanto il fattore di comportamento impiegato per la determinazione degli spettri di risposta di progetto risulta:

$$q_{ND} = 1.07$$

## 6. TOMBINO TM01

### 6.1 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 5.50 m, con pareti e copertura di spessore pari a 60 cm e platea di fondazione di spessore pari a 100 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 29.50 m.

All'imbocco ed all'uscita del tombino sono presenti muri d'ala di spessore di 60 cm, con altezza massima di 6.10 m. Le strutture di fondazione, continue a quelle del tombino, sono costituite da platee di spessore pari a 60 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

### 6.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

#### 6.2.1 Copertura tombino

##### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Rilevato stradale ( $h_{media}=1.24$ m, $p.p = 19$ kN/m <sup>3</sup> ) .....	<u>23.40</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>23.40</b> kN/m <sup>2</sup>

##### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Pacchetto stradale ( $h=0.10$ , $p.p = 24$ kN/m <sup>3</sup> ).....	<u>2.40</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale <math>G_{2k}</math></b>	<b>2.40</b> kN/m <sup>2</sup>

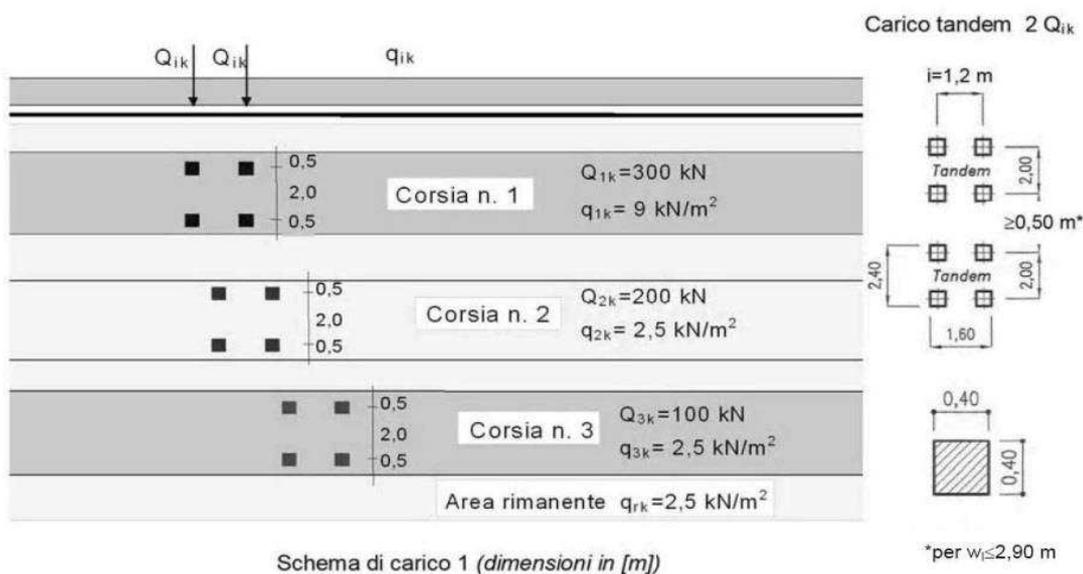
##### CARICHI VARIABILI TRAFFICO

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2018 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato.

LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w>6,00m=10.10$ M
CORSIE CONVENZIONALI:	$n=3$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	1.10m (equamente suddivisa sui due lati)

I carichi mobili per ponti sono definiti secondo lo Schema di carico n.1:

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI



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

La disposizione delle corsie è stata determinata in modo tale da indurre le condizioni di progetto più gravose.

## FRENATURA

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2018 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 384.3 \text{ kN}$$

dove:

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

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

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

$L = 5.20 \text{ m}$ , lunghezza della zona caricata.

La forza di frenatura, applicata a livello della pavimentazione stradale e lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Inoltre, considerando la porzione di scatolare di larghezza pari ad 1 m, l'azione di frenatura risulta:

$$Q_3 = 194 / (5.20) = 37.30 \text{ kN/m}$$

## 6.2.2 Platea tombino

### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua ( $H_{\max} = 5.50 \text{ m}$ ).....	55.00 kN/m <sup>2</sup>
Carico permanente strutturale totale $G_{1k}$	55.00 kN/m <sup>2</sup>

## 6.2.3 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°.

## 6.2.4 Spinta del terreno sulle pareti

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

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

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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

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

**GEOMETRIA MURO E RINTERRO**

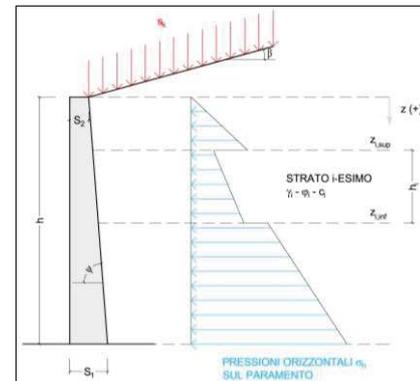
$\gamma_M =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0,6	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,6	m	Spessore in testa
$h_f =$	1	m	Altezza suola fondazione
$h =$	6,1	m	Altezza paramento
$\beta =$	0°		Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90°		Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	7,1	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 $\alpha < 15^\circ$	Caratteristiche pendio		
Muro non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno	Caratteristiche pendio		
$a_g =$	0,140	g	Accelerazione orizzontale massima al sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_p =$	2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima al sito di riferimento rigido orizzontale
$T_p =$	0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_0 =$	1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_c$
$S_a =$	1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_p =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S =$	1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,207	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_m =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,207		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_A =$	10,61°		Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_B =$	12,99°		Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso



**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$q_{1k}$	$q_{2k}$	$q_{3k}$	
28	0	20	kN/m <sup>2</sup>
$s_{q1k}$	$s_{q2k}$	$s_{q3k}$	
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	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

$\gamma_s$	$\gamma_a$	$\gamma_c$	
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

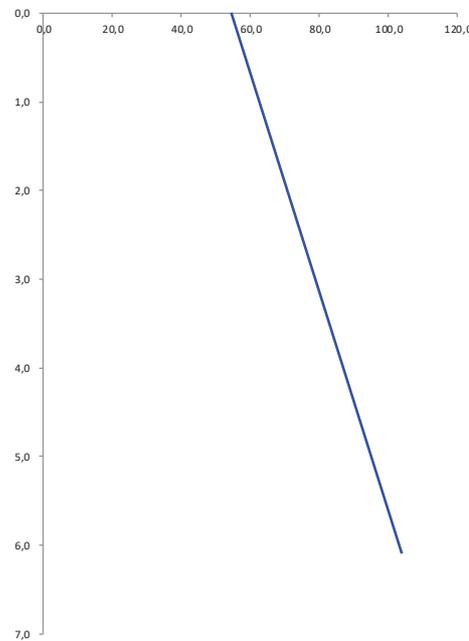
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

Strato	$Z_{sup}$ [m]	$Z_{inf}$ [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				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> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_v$ [°]	$\delta_v$ [°]	$c_d'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{e,d}$ [-]	$k_{a,d}$ [-]	$k_{eb,d}$ [-]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_v$ [°]	$\delta_v$ [°]	$c_d'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{e,d}$ [-]	$k_{a,d}$ [-]	$k_{eb,d}$ [-]
1	0,00	6,10	6,10	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	$z_{sup} / z_{fin}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale illostatica $\sigma_{vd}$ [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 $\sigma_{totale}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
			0,0	11,94										
1	0,00	0,43	0,0	11,94	0,00	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>54,46</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
2	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
3	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
4	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
5	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
6	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
7	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
8	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
9	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
10	6,10	0,43	115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	
	6,10		115,9	49,42	11,94	0,00	8,53	3,10	27,90	2,47	0,00	0,53	<b>103,89</b>	



## 6.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 6.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 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	0	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 SLD				
Sisma Y SLD				
Sisma Z SLD				

Descrizione	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Eccentricità Y per sisma X SLD				
Eccentricità X per sisma Y SLD				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				

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

### 6.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- 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:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- 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;

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$\gamma_{oi}$  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	0.8	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0.8	0	0	0	1.5	-0.9
5	SLU 5	1	0.8	0	0	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0.8	0	0	0	1.5	0.9
7	SLU 7	1	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
8	SLU 8	1	0.8	0	0.6	0	0	1.5
9	SLU 9	1	0.8	0	0.6	0	1.5	-0.9
10	SLU 10	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0
11	SLU 11	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0.9
12	SLU 12	1	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
13	SLU 13	1	0.8	0	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1	0.8	0	1.5	0	0	0.9
15	SLU 15	1	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
16	SLU 16	1	0.8	1.125	0	0	0	1.5
17	SLU 17	1	0.8	1.125	0	0	1.5	-0.9
18	SLU 18	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0.9
20	SLU 20	1	0.8	1.125	0.6	0	0	-1.5
21	SLU 21	1	0.8	1.125	0.6	0	0	1.5
22	SLU 22	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
23	SLU 23	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0
24	SLU 24	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0.9
25	SLU 25	1	0.8	1.125	1.5	0	0	-0.9
26	SLU 26	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0.9
28	SLU 28	1	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1	0.8	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
32	SLU 32	1	0.8	1.5	0.6	0	0	0
33	SLU 33	1	0.8	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
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	1	1.5
50	SLU 50	1	1.5	1.125	0	0	1	-0.9
51	SLU 51	1	1.5	1.125	0	0	1	0
52	SLU 52	1	1.5	1.125	0	0	1	0.9
53	SLU 53	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-1.5
54	SLU 54	1	1.5	1.125	0.6	0	1	1.5
55	SLU 55	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-0.9
56	SLU 56	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0
57	SLU 57	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0.9

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
58	SLU 58	1	1.5	1.125	1.5	0	1	-0.9
59	SLU 59	1	1.5	1.125	1.5	0	1	0
60	SLU 60	1	1.5	1.125	1.5	0	1	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	0.8	0	0	0	0	-1.5
68	SLU 68	1.3	0.8	0	0	0	0	0
69	SLU 69	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5
70	SLU 70	1.3	0.8	0	0	0	0	-0.9
71	SLU 71	1.3	0.8	0	0	0	0	0
72	SLU 72	1.3	0.8	0	0	0	0	0.9
73	SLU 73	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
74	SLU 74	1.3	0.8	0	0.6	0	0	1.5
75	SLU 75	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-0.9
76	SLU 76	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0
77	SLU 77	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0.9
78	SLU 78	1.3	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
79	SLU 79	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0
80	SLU 80	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0.9
81	SLU 81	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-1.5
82	SLU 82	1.3	0.8	1.125	0	0	1	1.5
83	SLU 83	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-0.9
84	SLU 84	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0
85	SLU 85	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0.9
86	SLU 86	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-1.5
87	SLU 87	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	1.5
88	SLU 88	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-0.9
89	SLU 89	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0
90	SLU 90	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0.9
91	SLU 91	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	-0.9
92	SLU 92	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0
93	SLU 93	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0.9
94	SLU 94	1.3	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
95	SLU 95	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
96	SLU 96	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9
97	SLU 97	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
98	SLU 98	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	0
99	SLU 99	1.3	0.8	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	0	-0.9
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	0	0	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0	0	0	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	0	-0.9
109	SLU 109	1.3	1.5	0	0.6	0	0	0
110	SLU 110	1.3	1.5	0	0.6	0	0	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	1	-1.5
115	SLU 115	1.3	1.5	1.125	0	0	1	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	1	-1.5
120	SLU 120	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	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	1	-0.9
125	SLU 125	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	0

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
126	SLU 126	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	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	$\Delta T$
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	0	-0.6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	0	0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0.4	0	1	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0.4	0	1	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	1	-1
16	SLE RA 16	1	1	0.75	0	0	1	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	1	-1
21	SLE RA 21	1	1	0.75	0.4	0	1	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	1	-0.6
26	SLE RA 26	1	1	0.75	1	0	1	0
27	SLE RA 27	1	1	0.75	1	0	1	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	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	-0.6
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.6
4	SLE FR 4	1	1	0	0.4	0	0	-0.5
5	SLE FR 5	1	1	0	0.4	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0.4	0	0	0.5
7	SLE FR 7	1	1	0.75	0	0	0	-0.5
8	SLE FR 8	1	1	0.75	0	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.75	0	0	0	0.5

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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	1	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	1	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	1	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	1	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	1	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	1	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	1	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	1	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	1	0	0	1
14	SLO 14	1	1	0	0	1	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0	0	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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLD
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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
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
33	SLV 33	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
34	SLV 34	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
35	SLV 35	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
36	SLV 36	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
37	SLV 37	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
38	SLV 38	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
39	SLV 39	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
40	SLV 40	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
41	SLV 41	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
42	SLV 42	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
43	SLV 43	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
44	SLV 44	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
45	SLV 45	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
46	SLV 46	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
47	SLV 47	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
48	SLV 48	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

## 6.4 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.16 della Concrete.

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

### 6.4.1 Modellazione: Input

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>]*

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

*a*: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	$\gamma$	$\alpha$
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. [ $\text{kN/m}^2$ ]

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

*EpsEc*:  $\epsilon$  elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

*EpsUc*:  $\epsilon$  ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

*E.traz.*: modulo di elasticità a trazione. [ $\text{kN/m}^2$ ]

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

*EpsEt*:  $\epsilon$  elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

*EpsUt*:  $\epsilon$  ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

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

1.1.3 Armature

*Descrizione*: descrizione o nome assegnato all'elemento.

*fyk*: resistenza caratteristica. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*$\sigma_{amm}$* : tensione ammissibile. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*Tipo*: tipo di barra.

*E*: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*$\gamma$* : peso specifico del materiale. [ $\text{kN/m}^3$ ]

*Poisson*: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

*a*: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

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

Descrizione	fyk	$\sigma_{amm}$	Tipo	E	$\gamma$	Poisson	$\alpha$	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

2 Preferenze commessa

2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi  
Tipo di costruzione  
Vn  
Classe d'uso  
Vr  
Tipo di analisi  
Considera sisma Z  
Località  
Categoria del suolo  
Categoria topografica  
Ss orizzontale SLO

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)  
2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari  
50  
IV  
100  
Lineare dinamica  
Solo se  $A_g \geq 0.15$  g, conformemente a §3.2.3.1  
Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41");  
Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m. 21,47 m.  
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti  
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^{\circ}$   
1.5

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	5.947
T1,x	0.05561
T1,y	0.17221
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	40
Metodo di Ritz	non applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.07
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

## 2.2 Preferenze di verifica

### 2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
$\gamma_s$ (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 $\sigma_s/f_{yk}$ 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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No

2.2.4 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 $C_1, C_2, C_3$ per $M_{cr}$	automatico
Coefficienti $\alpha, \beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
$L/e_0$ iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	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

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8
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
Tolleranza di unicità punti	0.1
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1
Considera deformazione a taglio delle piastre	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	Intel MKL PARDISO
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

**2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM**

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

**2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali**

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]

**3 Quote**

**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	1
L2	Piano muri ala	4.15	0
L3	Piano 1	6.1	0.6

**3.2 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.

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

[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	Fondazione - Falda 2	Fondazione	Falda 2
T3	Fondazione - Falda 1	Fondazione	Falda 1
T4	Fondazione - Piano muri ala	Fondazione	Piano muri ala

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]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
FONDAZIONE	Pesi strutturali	0	0	0	0	-115,9	-115,9	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	37,3	37,3	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	25,8	Verticale
	Permanenti portati	0	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	25,8	Verticale
	Permanenti portati	0	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	25,8	Verticale

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Permanententi portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	55	Verticale
	Permanententi portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	2	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	Condizione	Valori			
		Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Spinta_parete	Pesi strutturali	11.94	6.1	61.36	0
	Permanententi portati	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	6.1	8.53	0
	Spinta sismica terreno	30.37	6.1	30.37	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	5	40.5	0
	Permanententi portati	0	5	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	5	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	5	8.53	0
	Spinta sismica terreno	23.6	5	23.6	0
	Frenatura	0	5	0	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

Rappresentazione grafica modello input

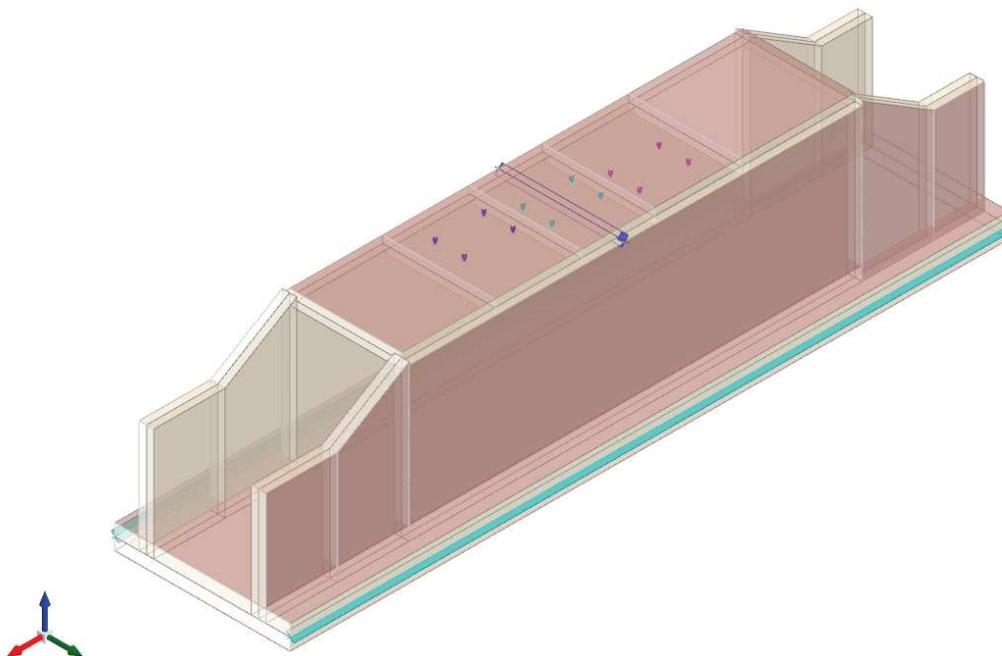


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

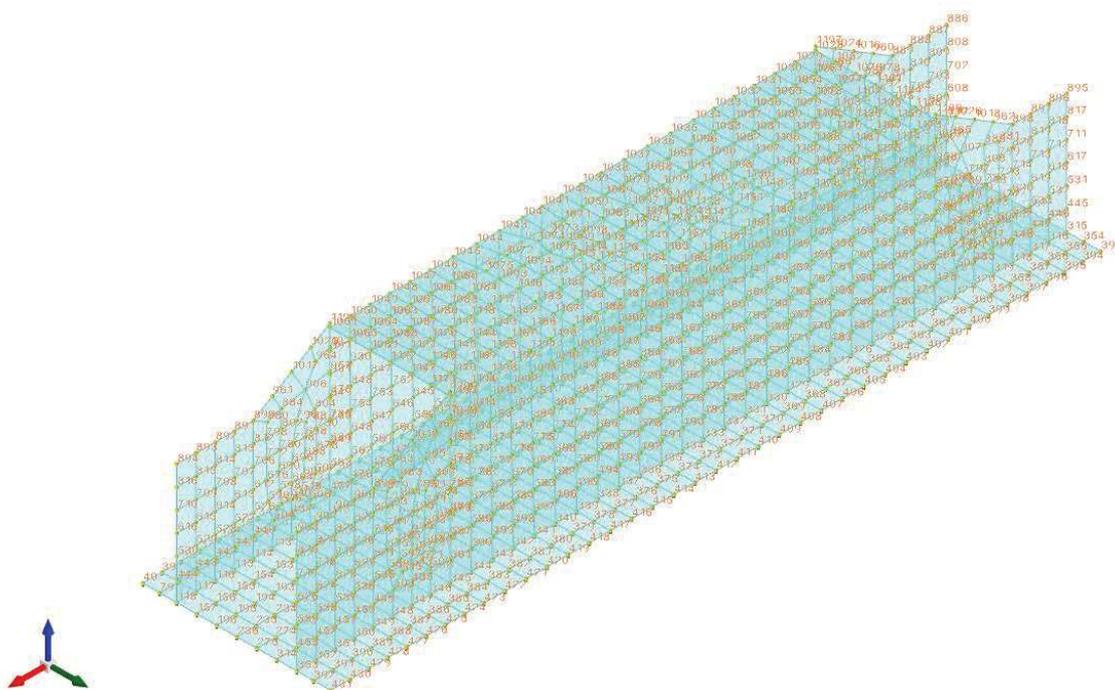


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

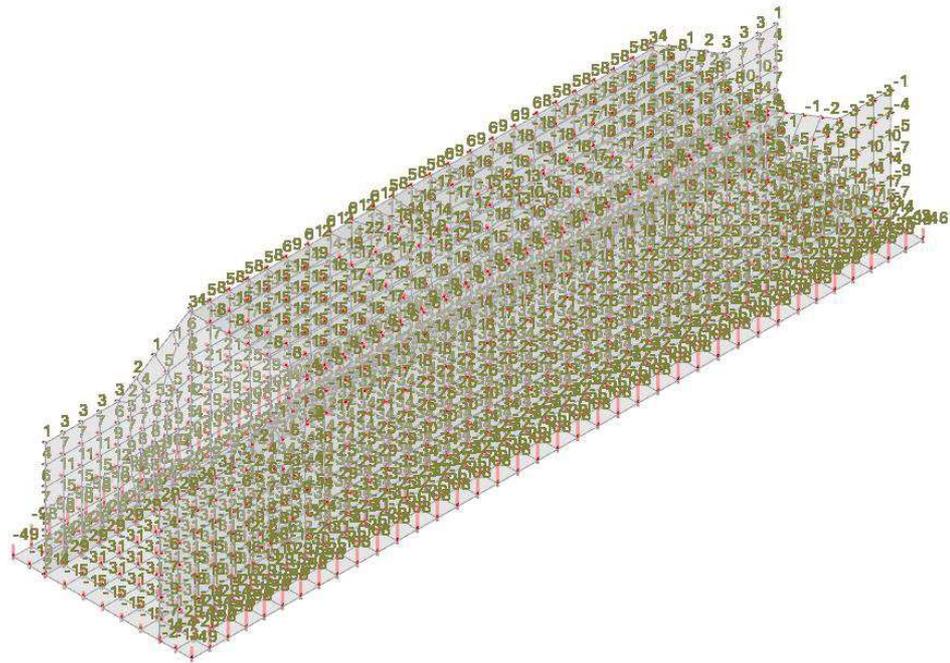


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

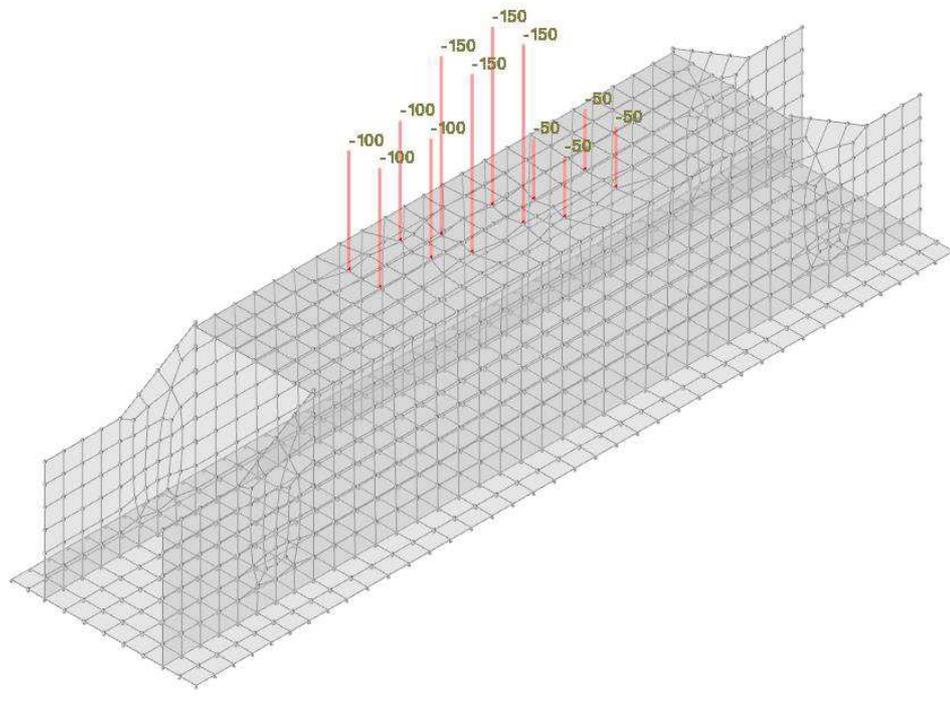


Figura 4 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

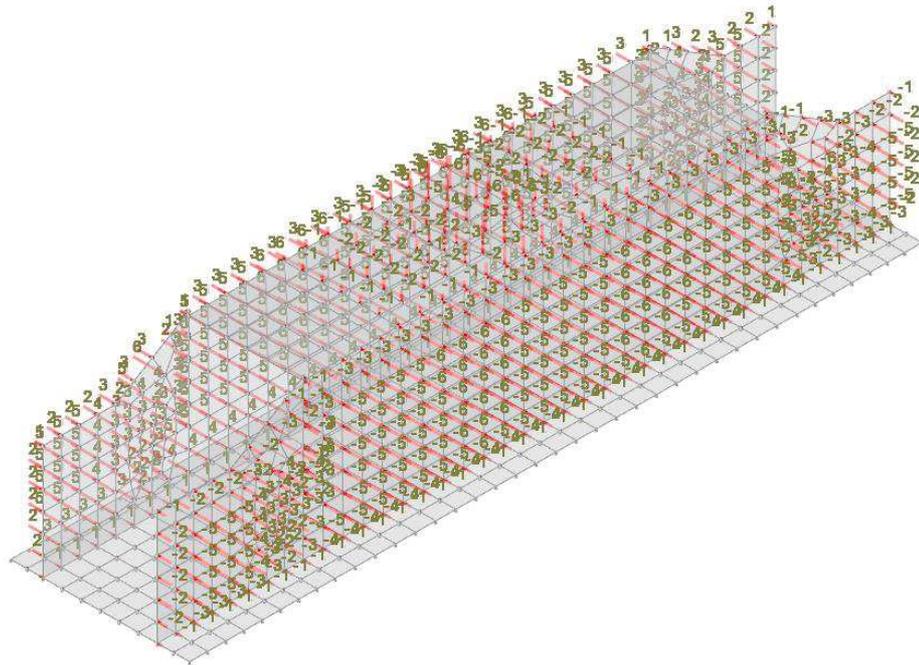


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

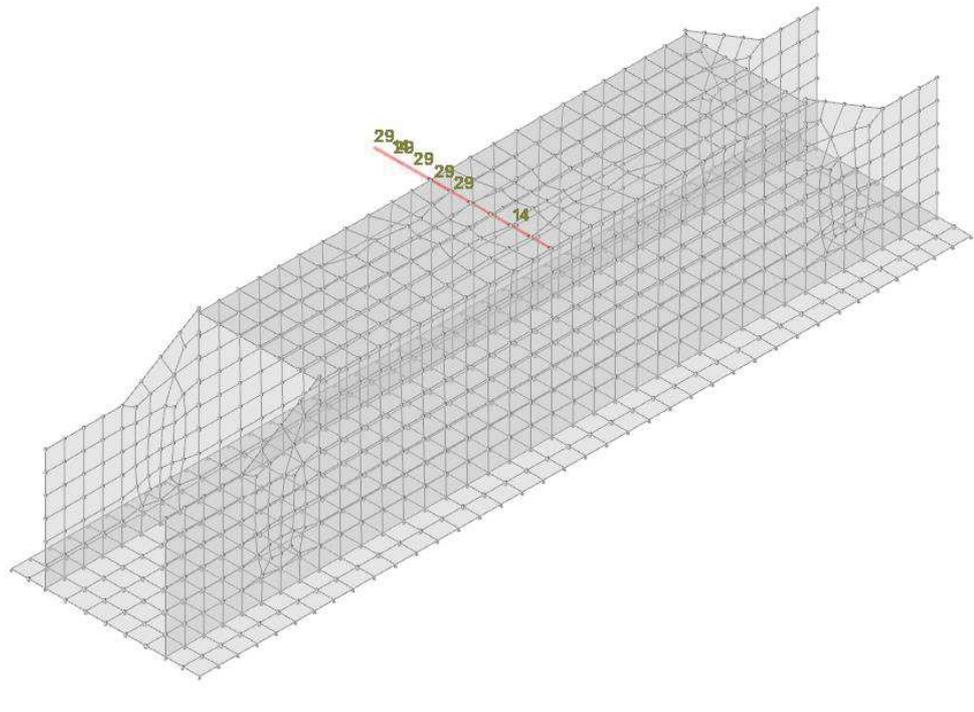


Figura 6 - Condizione frenatura

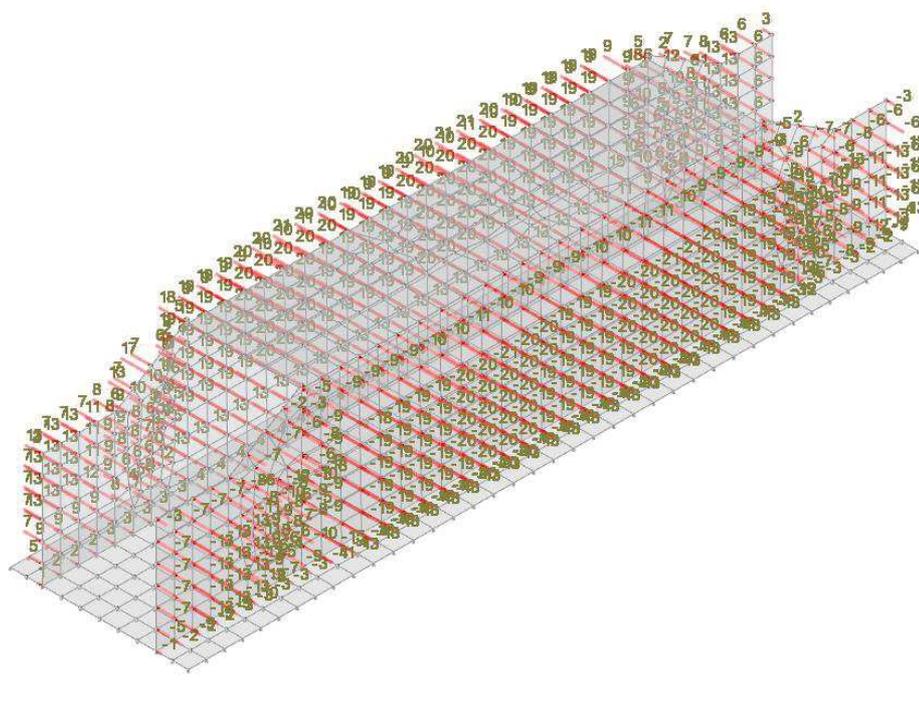


Figura 7 - Condizione spinta sismica terreno

## 6.4.2 Modellazione: Output

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

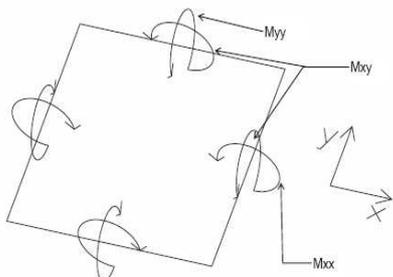
### 6.4.2.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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



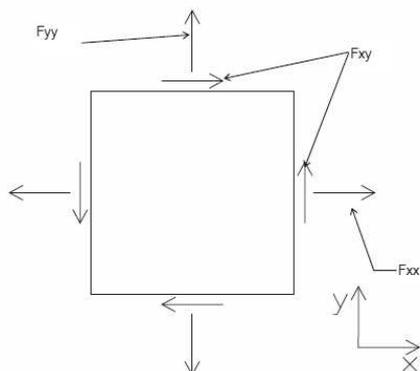
si definiscono:

$M_{xx}$ : 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);

$F_{yy}$ : 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);

$F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

## RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

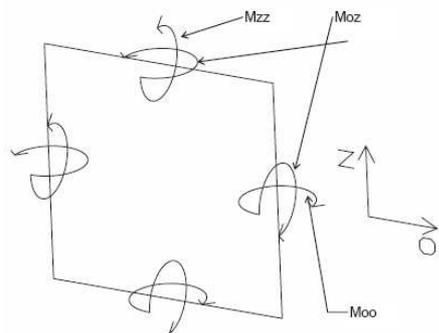
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

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

Gusci verticali: pareti e muri

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

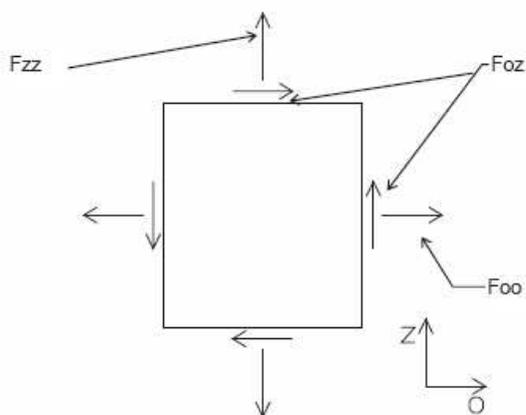
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



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

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

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



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

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

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

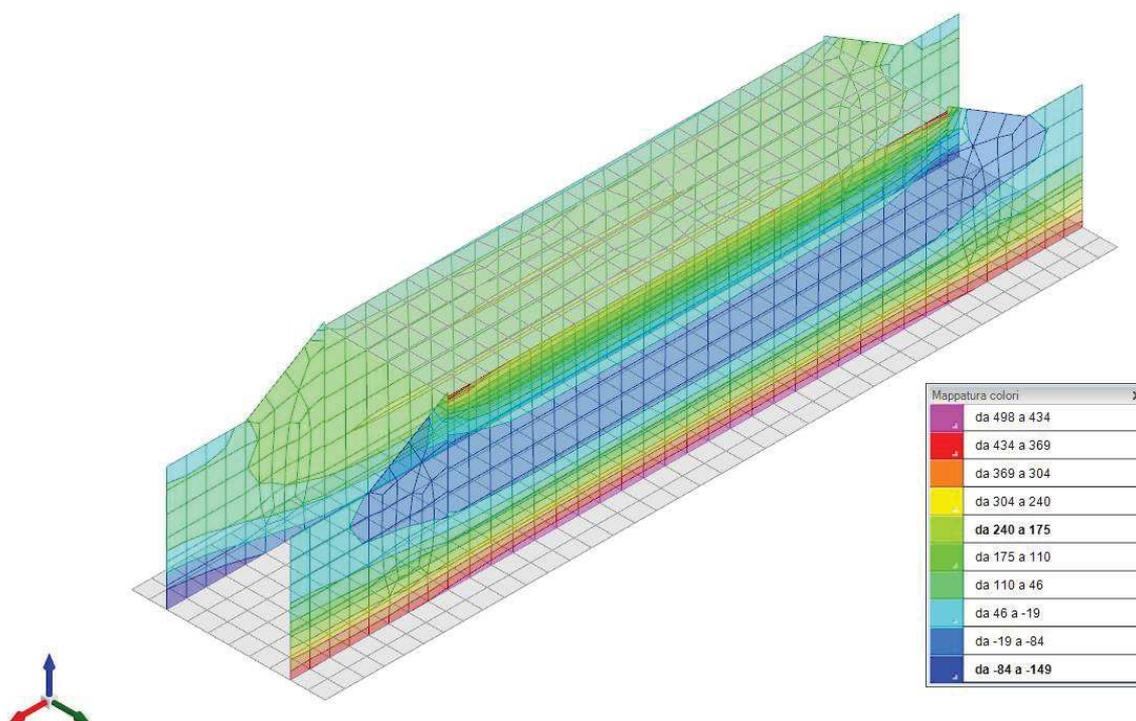


Figura 8 - Involuppo momento flettente Mzz [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

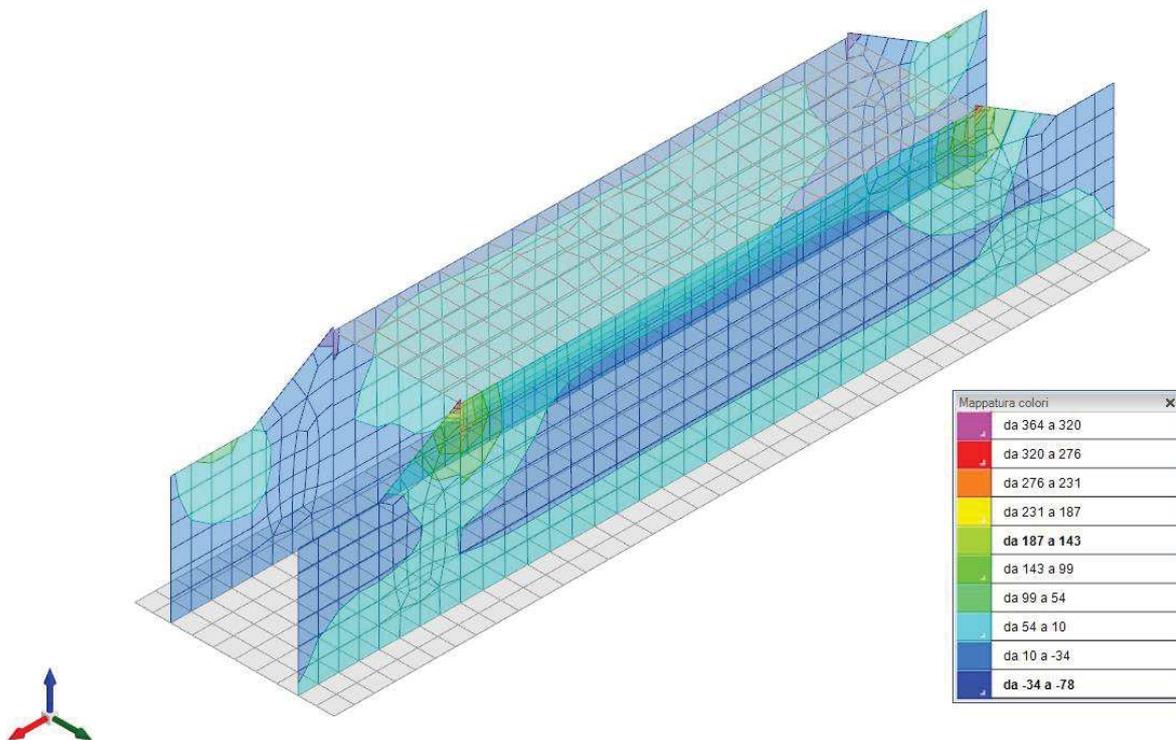


Figura 9 - Inviluppo momento flettente  $M_{00}$  [kNm]

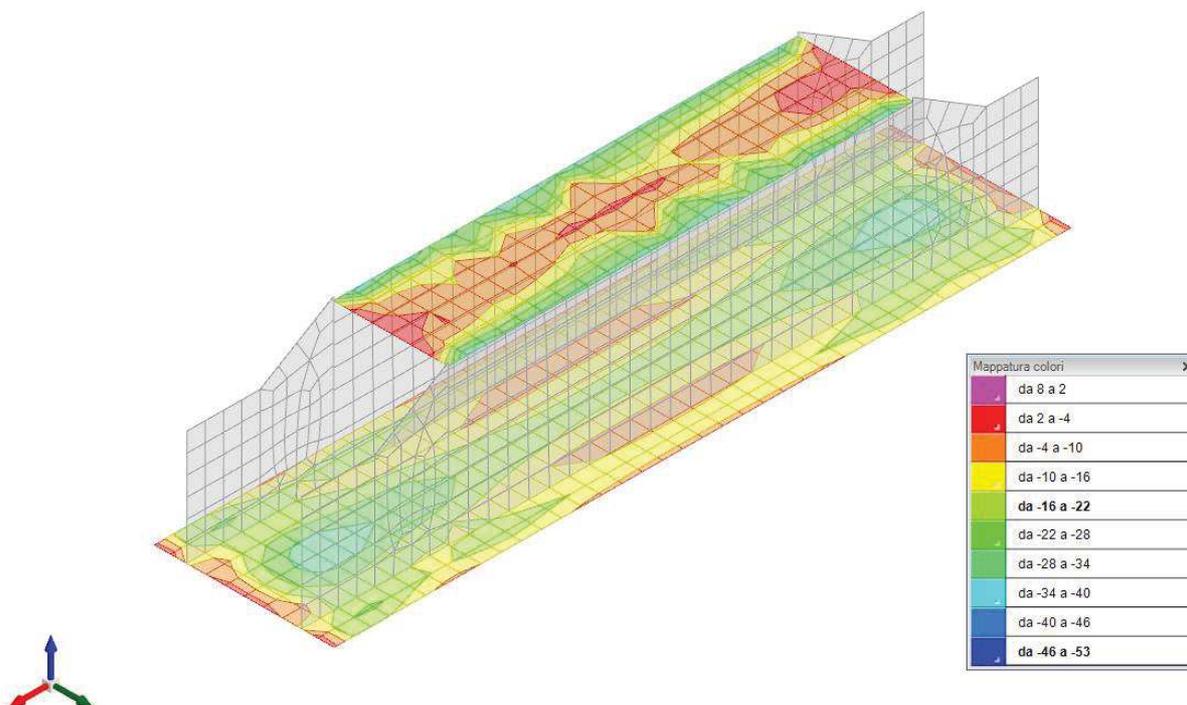


Figura 10 - Inviluppo momento flettente  $M_{xx}$  [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

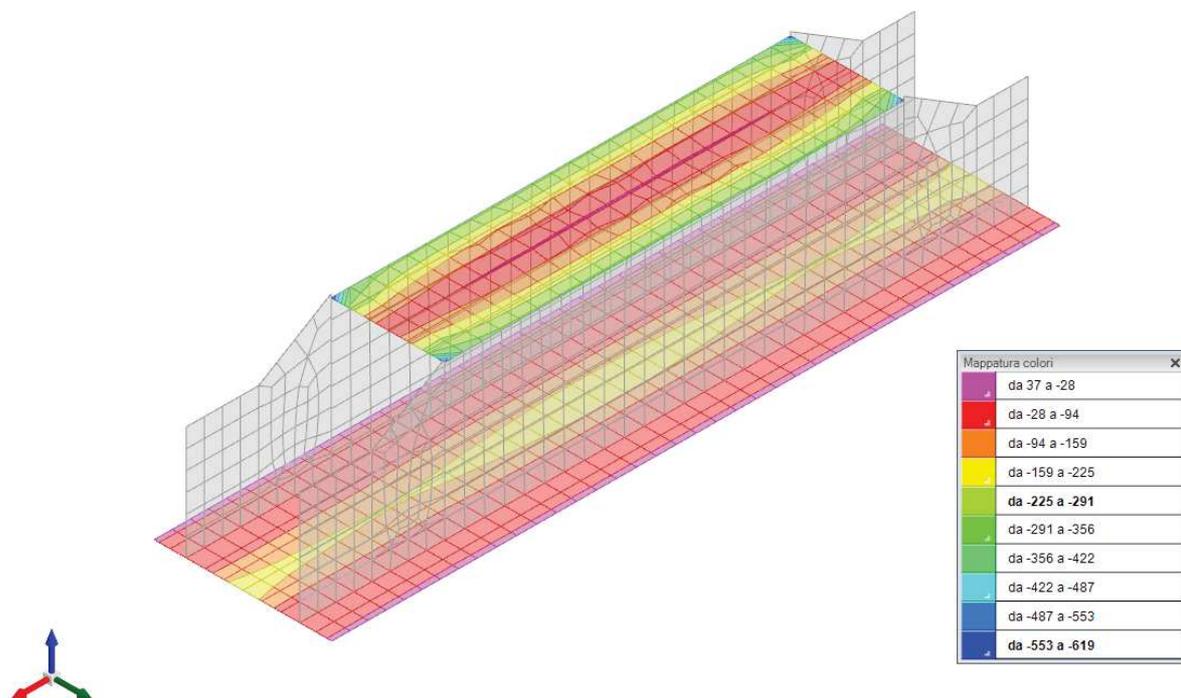


Figura 11 - Involuppo momento flettente Myy [kNm]

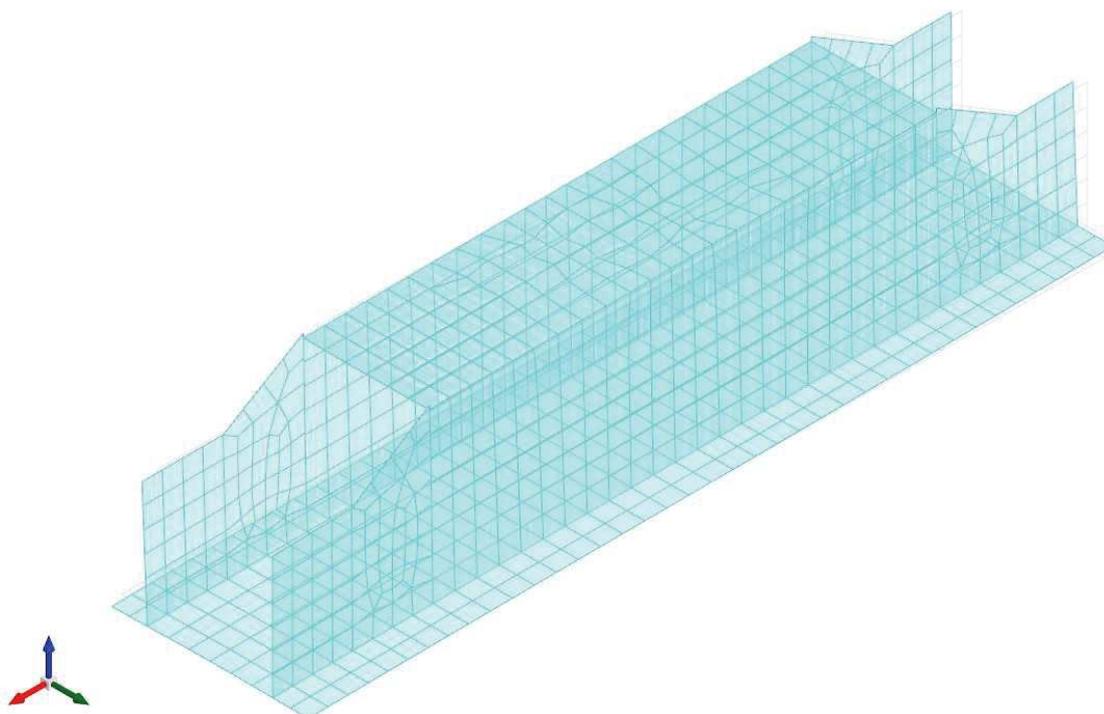


Figura 12 - Spostamenti condizione sisma X SLV

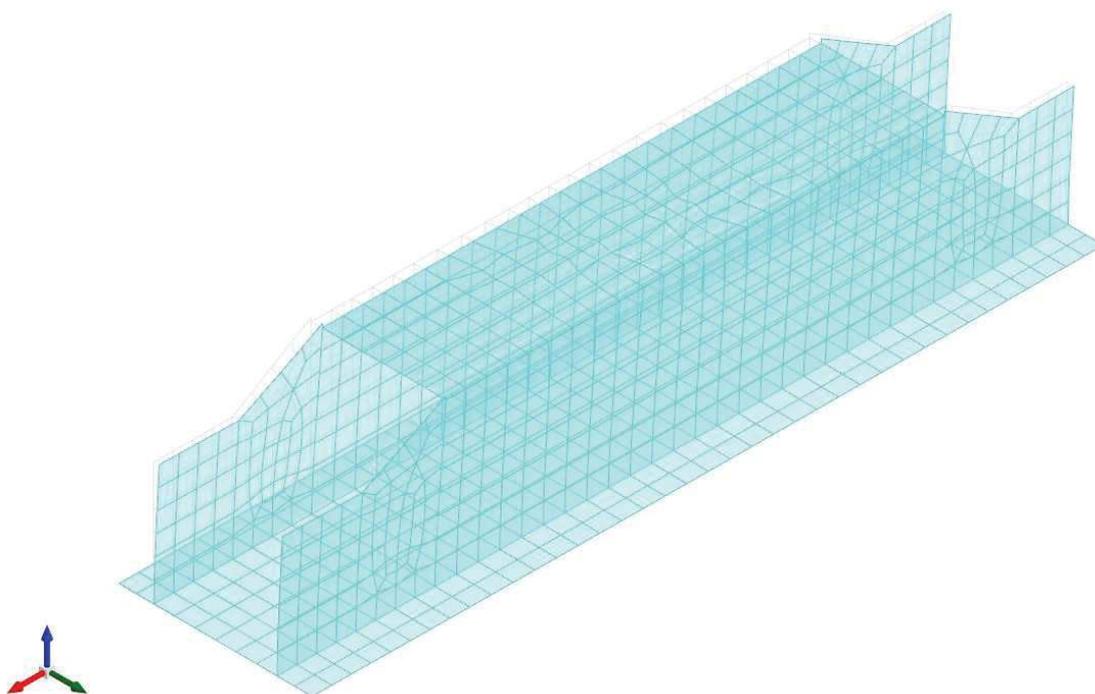


Figura 13 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

## 6.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 6.5.1 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.

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$\sigma_c$ : tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{lim}$ : tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]  
 $E_s/E_c$ : coefficiente di omogenizzazione.  
 $\sigma_f$ : tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1049	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLV 21	-319.5171	-132.77	-323.9946	-134.63	1.014	Si
1193	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLV 23	-319.5396	-132.93	-324.0328	-134.79	1.0141	Si
1174	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLV 27	-317.8816	-144.98	-327.4735	-149.35	1.0302	Si
1030	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLV 25	-317.8813	-145.1	-327.5047	-149.49	1.0303	Si
1192	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLV 23	-305.3196	-179.34	-338.8928	-199.06	1.11	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1049	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 21	-177.7483	-78.07	-326.0188	-143.2	1.8342	Si
1193	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	-177.7488	-78.14	-326.0496	-143.33	1.8343	Si
1174	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 27	-176.9883	-83.23	-328.6698	-154.56	1.857	Si
1030	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 25	-176.9708	-83.27	-328.6936	-154.67	1.8573	Si
1192	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	-171.9342	-96.54	-336.5777	-188.98	1.9576	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{lim}$	$E_s/E_c$	Verifica
1184	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-154.8522	-126.22	-2486	19920	15	Si
1185	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-153.6428	-122.99	-2463	19920	15	Si
1183	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-152.4964	-122.82	-2446	19920	15	Si
1186	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-150.2196	-123.72	-2413	19920	15	Si
1182	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-148.2612	-122.23	-2382	19920	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_f$	$\sigma_{lim}$	$E_s/E_c$	Verifica
1184	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-154.8522	-126.22	22271	360000	15	Si
1185	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-153.6428	-122.99	22149	360000	15	Si
1183	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-152.4964	-122.82	21967	360000	15	Si
1186	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-150.2196	-123.72	21575	360000	15	Si
1182	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 27	-148.2612	-122.23	21291	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 6.5.2 Verifiche pareti

$Q_{inf.}$ : quota inferiore [m]

$Q_{sup.}$ : quota superiore [m]

Sezione: sezione impiegata

Esistente: campata esistente

Secondaria: campata secondaria

Dissipativa: campata dissipativa

Sovraresistenza: aliquota di sovraresistenza 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, cu: deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [‰]*  
*ε, fk: deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [‰]*  
*C.S.: coefficiente di sicurezza minimo*  
*Nmin: compressione massima [kN]*  
*Nlim: compressione limite [kN]*  
*Comb.Nmin: 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: cotangente 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*  
*σc,max: tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]*  
*σf,max: tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]*

## Parete 1

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Sezioni rettangolari*

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1029 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
476 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
466 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1518	0.1518	0.076	0.076
455 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
475 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
456 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
1042 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
1040 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
1041 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
1039 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
1043 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708
1038 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0751	0.0708

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1029 Prosp.A	Orizzontale	SLV 25	-438.2354	-226.61	-451.2744	-233.35	1.0298	Si
476 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-271.0989	-69.48	-314.2	-80.52	1.159	Si
466 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-269.5511	-98.64	-312.7555	-114.45	1.1603	Si
455 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	-271.0712	-71.87	-314.8991	-83.49	1.1617	Si
475 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-271.1339	-73.69	-315.4243	-85.73	1.1634	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1029 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	-231.8852	-160.15	-471.8724	-325.9	2.0349	Si
476 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-148.8964	-101.6	-351.2137	-239.65	2.3588	Si
455 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	-148.9176	-104.22	-352.9055	-246.99	2.3698	Si
475 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-149.0009	-106.49	-354.3269	-253.23	2.378	Si
456 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	-149.0837	-108.84	-355.8377	-259.79	2.3868	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
969 Prosp.A	Orizzontale	0.525	1	Necessaria	0.1	SLV 25	-327.46	-164.22	-	279.77	1554.29	328.28	328.28	2.5	0.0025761	1.0025	Si
1029 Prosp.A	Orizzontale	0.529	1	Necessaria	0.1	SLV 25	-326.24	-226.61	-	273.65	1575.85	331.03	331.03	2.5	0.0021389	1.0147	Si
454 Prosp.A	Orizzontale	0.491	0.5	Non necessaria	0	SLV 27	125.09	-40.73	-	129.13	722.43	93.45	129.13	2.5	0.0012566	1.0323	Si
462 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Necessaria	0.1	SLV 23	291.12	-109.69	-270.734	233.19	1544.58	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.126	Si
469 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Necessaria	0.1	SLV 27	291	-108.63	-	233.05	1544.44	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.1265	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
454 Prosp.A	Orizzontale	0.491	0.5	Non necessaria	0	SLD 27	70.72	-56.34	-73.0269	131.05	724.42	93.45	131.05	2.5	0.0012566	1.8531	Si
461 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 23	168.04	-136.53	-	236.7	1548.22	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9507	Si
470 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 27	168.03	-135.26	-	236.54	1548.05	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9508	Si
462 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 23	168.03	-137.32	-	236.81	1548.33	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9509	Si
469 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 27	167.97	-136.35	-	236.68	1548.2	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9515	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1042 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-145.2988	-203.69	No	-2354	19920	15	8.4611	Si
1040 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-145.8316	-193.16	No	-2346	19920	15	8.4914	Si
1041 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-144.837	-198.02	No	-2339	19920	15	8.5157	Si
1039 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-144.1235	-180.04	No	-2302	19920	15	8.6531	Si
1043 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-141.1127	-184.75	No	-2267	19920	15	8.7879	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1039 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-144.1235	-180.04	No	19456	360000	15	18.5031	Si
1040 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-145.8316	-193.16	No	19439	360000	15	18.5192	Si
1041 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-144.837	-198.02	No	19167	360000	15	18.7819	Si
1042 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-145.2988	-203.69	No	19115	360000	15	18.8337	Si

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1038 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-140.074	-167.18	No	19085	360000	15	18.8625	Si

**Parete 2**

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Sezioni rettangolari*

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1173 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751
500 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
490 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1518	0.1518	0.076	0.076
479 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
499 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
480 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.076	0.076
1184 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751
1183 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751
1185 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751
1186 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751
1182 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0708	0.0751

*Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2*

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1173 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	438.3552	-226.6	451.2506	-233.26	1.0294	Si
500 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	271.1773	-69.43	314.1806	-80.44	1.1586	Si
490 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	269.5099	-98.56	312.736	-114.37	1.1604	Si
479 Prosp.A	Orizzontale	SLV 25	270.9916	-71.83	314.8991	-83.47	1.162	Si
499 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	271.1788	-73.64	315.4048	-85.65	1.1631	Si

*Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2*

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1173 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	231.9486	-160.14	471.8478	-325.76	2.0343	Si
500 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	148.9353	-101.55	351.1715	-239.44	2.3579	Si
479 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	148.8771	-104.17	352.8843	-246.92	2.3703	Si
499 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	149.019	-106.42	354.2844	-253	2.3774	Si
480 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	149.0603	-108.8	355.8163	-259.7	2.3871	Si

*Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5*

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
993 Prosp.A	Orizzontale	0.525	1	Necessaria	0.1	SLV 27	327.57	-164.2	133.3314	279.77	1554.28	328.28	328.28	2.5	0.0025761	1.0022	Si
1173 Prosp.A	Orizzontale	0.529	1	Necessaria	0.1	SLV 27	326.34	-226.6	438.3552	273.65	1575.85	331.03	331.03	2.5	0.0021389	1.0144	Si
478 Prosp.A	Orizzontale	0.491	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	-125.35	-40.7	133.4603	129.13	722.43	93.45	129.13	2.5	0.0012566	1.0301	Si
486 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Necessaria	0.1	SLV 21	-291.17	-109.6	270.7687	233.17	1544.57	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.1258	Si
487 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Necessaria	0.1	SLV 21	-291.03	-109.66	270.0998	233.18	1544.58	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.1263	Si

*Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5*

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
478 Prosp.A	Orizzontale	0.491	0.5	Non necessaria	0	SLD 25	-70.88	-56.31	72.9692	131.05	724.41	93.45	131.05	2.5	0.0012566	1.849	Si
486 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 21	-168.07	-137.24	148.2152	236.8	1548.32	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9503	Si
485 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 21	-168.07	-136.47	148.672	236.69	1548.21	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9504	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
494 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 25	-167.98	-135.25	148.5487	236.53	1548.05	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9514	Si
487 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0.1	SLD 21	-167.94	-137.72	147.8217	236.86	1548.38	327.79	327.79	2.5	0.0015708	1.9519	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1184 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	156.9132	-187.4	No	-2493	19920	15	7.9893	Si
1183 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	155.7882	-181.74	No	-2469	19920	15	8.0682	Si
1185 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	155.4599	-180.63	No	-2463	19920	15	8.0889	Si
1186 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	154.9111	-172.95	No	-2443	19920	15	8.1528	Si
1182 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	151.2658	-172.48	No	-2391	19920	15	8.3303	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1184 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	156.9132	-187.4	No	21377	360000	15	16.8404	Si
1186 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	154.9111	-172.95	No	21376	360000	15	16.841	Si
1183 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	155.7882	-181.74	No	21321	360000	15	16.8845	Si
1185 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	155.4599	-180.63	No	21293	360000	15	16.9071	Si
1182 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	151.2658	-172.48	No	20792	360000	15	17.3142	Si

Muro ala 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
964 Prosp.A	Verticale	1	0.6	0.0704	0.0704	0.057	0.057
504 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1314	0.1314	0.074	0.074
443 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
442 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
891 Prosp.A	Verticale	0.5	0.6	0.0462	0.0462	0.057	0.057
432 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
441 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
444 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068
961 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.0617	0.0617	0.0779	0.0779

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
964 Prosp.A	Verticale	SLV 21	-166.5147	-139.76	-179.2541	-150.46	1.0765	Si
504 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-236.7972	-55.47	-264.6474	-62	1.1176	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-272.9988	-48.31	-309.409	-54.75	1.1334	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-270.5248	-49.59	-309.9064	-56.81	1.1456	Si
891 Prosp.A	Verticale	SLV 21	86.4515	-26.17	99.4874	-30.12	1.1508	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
504 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-125.2268	-79.28	-294.1429	-186.23	2.3489	Si
432 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-145.6361	-96.73	-351.0475	-233.16	2.4104	Si
441 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-137.3613	-69.02	-336.1831	-168.93	2.4474	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-136.8522	-68.85	-336.2443	-169.16	2.457	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-136.327	-66.94	-335.1848	-164.6	2.4587	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
477 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	120.1	-37.76	-	129	724.69	55.25	129	2.5	0.0012566	1.074	Si

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
432 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	211.05	-68.93	-	228.28	1544.93	117.85	228.28	2.5	0.0015708	1.0816	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	208.9	-60.94	-	227.23	1543.85	117.85	227.23	2.5	0.0015708	1.0877	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	208.77	-60.46	-	227.16	1543.78	117.85	227.16	2.5	0.0015708	1.0881	Si
441 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	201.02	-61.23	-268.353	227.27	1543.89	117.85	227.27	2.5	0.0015708	1.1306	Si

*Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5*

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
477 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 23	66.85	-52.36	-72.3936	130.8	726.55	55.25	130.8	2.5	0.0012566	1.9565	Si
432 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	114.42	-96.73	-	231.93	1548.72	117.85	231.93	2.5	0.0015708	2.027	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	110.16	-78.85	-136.248	229.58	1546.28	117.85	229.58	2.5	0.0015708	2.084	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	108.51	-83.8	-137.882	230.23	1546.96	117.85	230.23	2.5	0.0015708	2.1218	Si
441 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	106.9	-81.34	-	229.91	1546.62	117.85	229.91	2.5	0.0015708	2.1507	Si

*Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1*

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
444 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-61.7248	-83.49	No	-2008	19920	15	9.9199	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-119.665	-136.52	No	-1970	19920	15	10.1109	Si
444 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-42.079	-79.38	No	-1435	14940	15	10.4077	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-118.2963	-111.1	No	-1911	19920	15	10.4253	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-81.5909	-127.08	No	-1396	14940	15	10.7033	Si

*Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2*

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
444 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-63.535	-41.46	No	18640	360000	15	19.3135	Si
443 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-122.0537	-75.29	No	18530	360000	15	19.4276	Si
442 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-117.521	-75.54	No	17772	360000	15	20.257	Si
961 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	52.7101	-14.97	No	17318	360000	15	20.7878	Si
441 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-112.877	-81.81	No	16855	360000	15	21.3587	Si

## Muro ala 2

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Sezioni rettangolari*

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
503 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1287	0.1287	0.074	0.074
967 Prosp.A	Verticale	1	0.6	0.073	0.073	0.057	0.057
452 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
451 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
900 Prosp.A	Verticale	0.5	0.6	0.0462	0.0462	0.057	0.057
435 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
450 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
453 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068
963 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.0617	0.0617	0.0779	0.0779
883 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074

*Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2*

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
503 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	236.7776	-55.48	259.4172	-60.78	1.0956	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
967 Prosp.A	Verticale	SLV 23	165.7308	-140.47	185.8358	-157.51	1.1213	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	272.9593	-48.32	309.4281	-54.77	1.1336	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	270.4776	-49.6	309.9064	-56.83	1.1458	Si
900 Prosp.A	Verticale	SLV 23	-86.3766	-26.13	-99.4874	-30.1	1.1518	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
503 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	125.2168	-79.36	288.4525	-182.82	2.3036	Si
435 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	144.7188	-96.73	351.469	-234.93	2.4286	Si
450 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	137.3346	-69.03	336.2035	-169	2.4481	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	136.8578	-68.86	336.2443	-169.17	2.4569	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	136.3266	-66.95	335.1848	-164.61	2.4587	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
435 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-211.28	-68.96	270.4405	228.28	1544.94	117.85	228.28	2.5	0.0015708	1.0805	Si
501 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 21	-119.18	-37.74	133.4476	128.99	724.69	55.25	128.99	2.5	0.0012566	1.0824	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-208.92	-60.94	269.6573	227.23	1543.85	117.85	227.23	2.5	0.0015708	1.0876	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-208.77	-60.47	272.2607	227.16	1543.78	117.85	227.16	2.5	0.0015708	1.0881	Si
450 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-201.11	-61.24	268.2768	227.27	1543.89	117.85	227.27	2.5	0.0015708	1.1301	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
501 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 21	-66.31	-52.34	72.7223	130.79	726.55	55.25	130.79	2.5	0.0012566	1.9725	Si
435 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-114.6	-96.73	144.7188	231.93	1548.72	117.85	231.93	2.5	0.0015708	2.0239	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-110.19	-78.86	136.2508	229.58	1546.28	117.85	229.58	2.5	0.0015708	2.0835	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-108.52	-83.81	137.888	230.23	1546.96	117.85	230.23	2.5	0.0015708	2.1216	Si
450 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-106.98	-81.34	137.3378	229.91	1546.62	117.85	229.91	2.5	0.0015708	2.1492	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
453 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	59.5261	-81.33	No	-1939	19920	15	10.2736	Si
453 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	42.079	-79.39	No	-1435	14940	15	10.4077	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	118.5031	-102.55	No	-1901	19920	15	10.4811	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	81.5898	-127.09	No	-1396	14940	15	10.7033	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	113.4425	-107.07	No	-1833	19920	15	10.8665	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
453 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	61.4063	-40.24	No	18007	360000	15	19.9918	Si
452 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	117.673	-72.1	No	17877	360000	15	20.138	Si
963 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	-52.6414	-14.91	No	17297	360000	15	20.8126	Si
451 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	112.6669	-71.52	No	17058	360000	15	21.1039	Si
883 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-104.3901	-49.66	No	16190	360000	15	22.2357	Si

### 6.5.3 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.

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

*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.  
*ac*: tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
*alim*: tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]  
*Es/Ec*: coefficiente di omogenizzazione.  
*af*: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Verifiche SLU flessione nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
413	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	7.1746	561.13	7.6593	599.04	1.0676	Si
411	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	7.1375	561.21	7.6197	599.13	1.0676	Si
412	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	7.2538	560.92	7.7445	598.86	1.0676	Si
334	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	15.6695	1114.81	16.7971	1195.04	1.072	Si
335	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	15.842	1114.12	16.9871	1194.65	1.0723	Si

*Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
342	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 21	-115.2511	10.65	-509.9151	47.11	4.4244	Si
107	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	-115.23	10.64	-509.9295	47.08	4.4253	Si
90	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 27	-114.9177	10.72	-509.728	47.55	4.4356	Si
325	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 25	-114.9185	10.71	-509.7455	47.51	4.4357	Si
343	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 21	-114.8281	10.71	-509.7269	47.56	4.439	Si

*Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	ac	alim	Es/Ec	Verifica
197	X	0.5	1	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 3	-63.5293	-76.46	-839	14940	15	Si
198	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-124.9713	-140.81	-816	14940	15	Si
236	X	0.5	1	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 3	-59.6155	-78.14	-800	14940	15	Si
199	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-122.6942	-129.69	-793	14940	15	Si
200	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-121.204	-125.58	-781	14940	15	Si

*Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	af	alim	Es/Ec	Verifica
412	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	4.8012	381.13	11605	360000	15	Si
413	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	4.7508	381.27	11602	360000	15	Si
411	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	4.7236	381.31	11599	360000	15	Si
335	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	10.5325	755.17	11570	360000	15	Si
334	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	10.4152	755.64	11568	360000	15	Si

*Verifiche SLE fessurazione nei nodi*

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 6.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 1.00 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 29.50 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 6.10 m circa.

### 6.6.1 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 130440 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:  $k = 130441$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 130440 kN/m<sup>3</sup>.

### 6.6.2 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 Aoc1. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

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

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="29,50"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="1,00"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="6,10"/>	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

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

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

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

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="29,50"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="212,40"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\phi =$	<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="75"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	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="115,90"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k=$	0,85	Fattore di profondità
$m_b=$	1,80	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l=$	1,20	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m=$	1,80	Parametro di forma complessivo
$N_c=$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q=$	14,72	
$N_r=$	14,59	
$s_c=$	1,12	Fattori di forma
$s_q=$	1,11	
$s_r=$	0,93	
$b_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
$b_q=$	1,00	
$b_r=$	1,00	
$i_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del carico
$i_q=$	1,00	
$i_r=$	1,00	

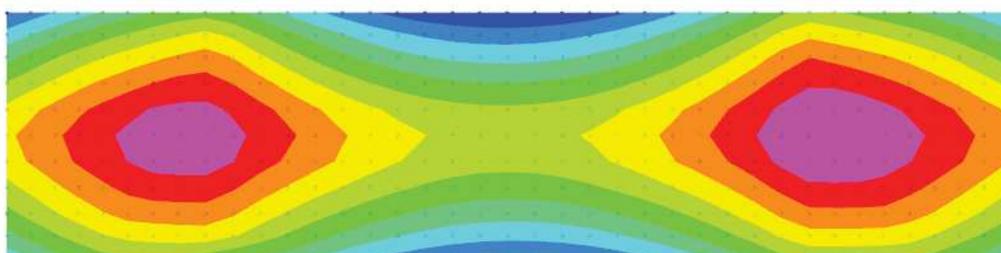
PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

Condizioni drenate	
F.S.=	2,3
$q_{LIM}=$	3261,033 kN/m <sup>2</sup>
$q_{R,D}=$	1417,84 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:

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Mappatura colori	
	da -200 a -205
	da -205 a -211
	da -211 a -216
	da -216 a -222
	da -222 a -227
	da -227 a -233
	da -233 a -238
	da -238 a -244
	da -244 a -249
	da -249 a -255



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

## 7. TOMBINO TM02

### 7.1 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 5.50 m, con pareti e copertura di spessore pari a 60 cm e platea di fondazione di spessore pari a 100 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 35.45 m.

All'imbocco ed all'uscita del tombino sono presenti muri d'ala di spessore di 60 cm, con altezza massima di 6.10 m. Le strutture di fondazione, continue a quelle del tombino, sono costituite da platee di spessore pari a 60 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

### 7.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

#### 7.2.1 Copertura tombino

##### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Rilevato stradale ( $h_{media}=1.70$ m, $p.p = 19$ kN/m <sup>3</sup> ) .....	<u>32.30</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>32.30</b> kN/m <sup>2</sup>

##### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Pacchetto stradale ( $h=0.10$ , $p.p = 24$ kN/m <sup>3</sup> ).....	<u>2.40</u> kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale <math>G_{2k}</math></b>	<b>2.40</b> kN/m <sup>2</sup>

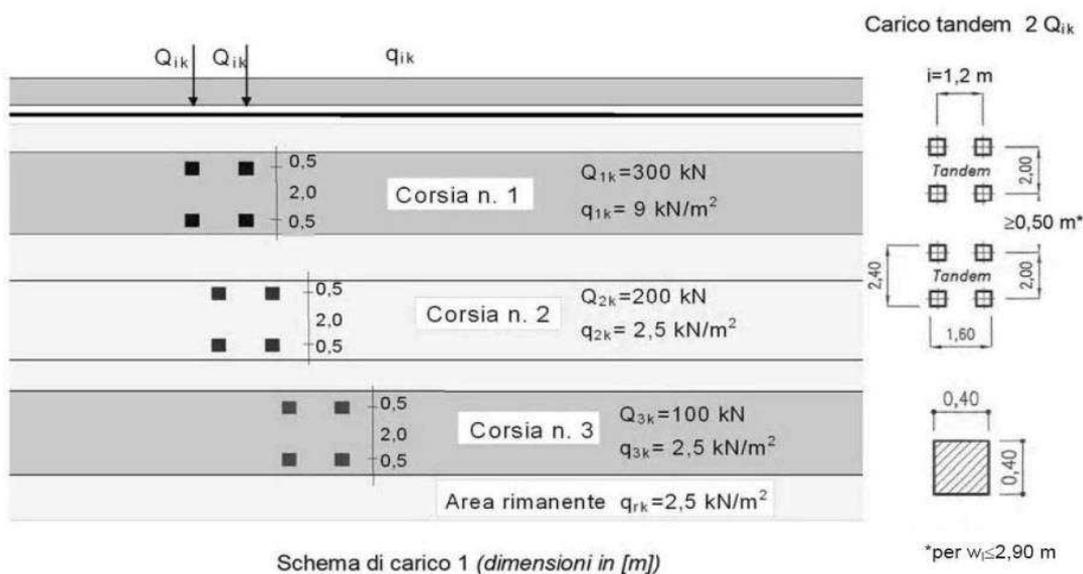
##### CARICHI VARIABILI TRAFFICO

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2018 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato.

LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w>6,00$ m=13.90 m
CORSIE CONVENZIONALI:	$n=4$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	1.90m (equamente suddivisa sui due lati)

I carichi mobili per ponti sono definiti secondo lo Schema di carico n.1:

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI



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

Corsia n. 4:

carico distribuito:  $q_1 = 2.50 \text{ kN/m}^2 \text{ kN/m}^2$   
carichi concentrati:  $Q_1 = 0 \text{ kN}$

La disposizione delle corsie è stata determinata in modo tale da indurre le condizioni di progetto più gravose.

## FRENATURA

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2018 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 384.3 \text{ kN}$$

dove:

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

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

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

$L = 5.20 \text{ m}$ , lunghezza della zona caricata.

La forza di frenatura, applicata a livello della pavimentazione stradale e lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Inoltre, considerando la porzione di scatolare di larghezza pari ad 1 m, l'azione di frenatura risulta:

$$Q_3 = 194 / (5.20) = 37.30 \text{ kN/m}$$

## 7.2.2 Platea tombino

### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua ( $H_{\max} = 5.50 \text{ m}$ ).....	55.00 kN/m <sup>2</sup>
Carico permanente strutturale totale $G_{1k}$	55.00 kN/m <sup>2</sup>

## 7.2.3 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°.

## 7.2.4 Spinta del terreno sulle pareti

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

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

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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

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
$s_1$	0,6	m	Spessore alla base
$s_2$	0,6	m	Spessore in testa
$h_1$	1	m	Altezza suola fondazione
$h$	6,1	m	Altezza paramento
$\beta$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H$	7,1	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

$a_g$	0,140	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_0$	2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_c$	0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_c$	1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_c$
$S_c$	1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S$	1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max}$	0,207	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_m$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h$	0,207		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v$	0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v$	-0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h$	10,61	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b$	12,99	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$q_{1k}$	$q_{2k}$	$q_{3k}$	
32,3	0	20	kN/m <sup>2</sup>

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento

$s_{q1k}$	$s_{q2k}$	$s_{q3k}$	
1	1	0,3	

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	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

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

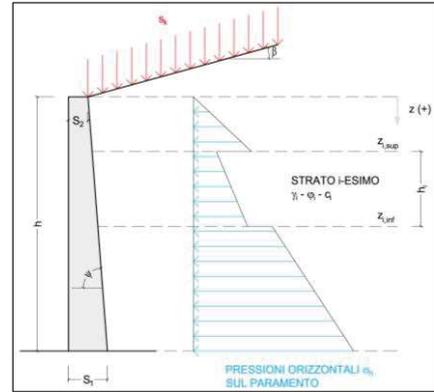
**Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

$\gamma_r$	$\gamma_e$	$\gamma_c$	
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)

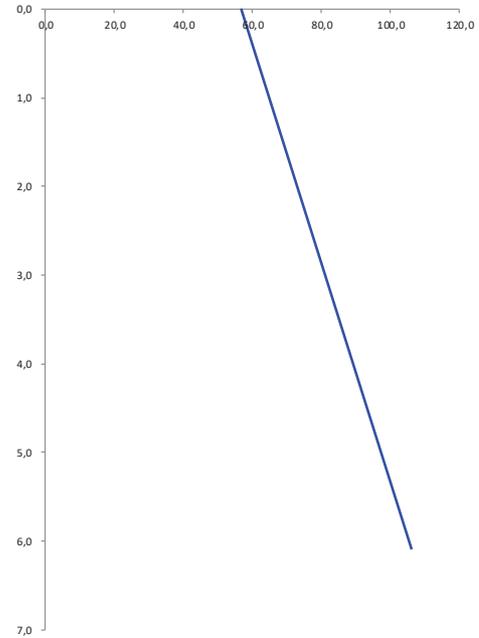
**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

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> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_d$ [°]	$\delta_d$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{eb,d}$ [-]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_d$ [°]	$\delta_d$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{ea,d}$ [-]	$k_{eb,d}$ [-]
1	0,00	6,10	6,10	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513



**PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV**

STRATO	$z_{sup} / z_{fin}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale illostatica $\sigma_{vd}$ [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	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>56,68</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
2	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
3	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
4	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
5	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
6	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
7	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
8	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
9	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
10	6,10	0,43	115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>
	6,10		115,9	49,42	13,77	0,00	8,53	3,10	27,90	2,85	0,00	0,53	<b>106,10</b>



## 7.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 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	0	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 SLD				
Sisma Y SLD				

Descrizione	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sisma Z SLD				
Eccentricità Y per sisma X SLD				
Eccentricità X per sisma Y SLD				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				

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

### 7.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- 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:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- 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;

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$\gamma_{oi}$  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	0.8	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0.8	0	0	0	1.5	-0.9
5	SLU 5	1	0.8	0	0	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0.8	0	0	0	1.5	0.9
7	SLU 7	1	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
8	SLU 8	1	0.8	0	0.6	0	0	1.5
9	SLU 9	1	0.8	0	0.6	0	1.5	-0.9
10	SLU 10	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0
11	SLU 11	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0.9
12	SLU 12	1	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
13	SLU 13	1	0.8	0	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1	0.8	0	1.5	0	0	0.9
15	SLU 15	1	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
16	SLU 16	1	0.8	1.125	0	0	0	1.5
17	SLU 17	1	0.8	1.125	0	0	1.5	-0.9
18	SLU 18	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0.9
20	SLU 20	1	0.8	1.125	0.6	0	0	-1.5
21	SLU 21	1	0.8	1.125	0.6	0	0	1.5
22	SLU 22	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
23	SLU 23	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0
24	SLU 24	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0.9
25	SLU 25	1	0.8	1.125	1.5	0	0	-0.9
26	SLU 26	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0.9
28	SLU 28	1	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1	0.8	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
32	SLU 32	1	0.8	1.5	0.6	0	0	0
33	SLU 33	1	0.8	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
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	1	1.5
50	SLU 50	1	1.5	1.125	0	0	1	-0.9
51	SLU 51	1	1.5	1.125	0	0	1	0
52	SLU 52	1	1.5	1.125	0	0	1	0.9
53	SLU 53	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-1.5
54	SLU 54	1	1.5	1.125	0.6	0	1	1.5
55	SLU 55	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-0.9
56	SLU 56	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0
57	SLU 57	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0.9

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
58	SLU 58	1	1.5	1.125	1.5	0	1	-0.9
59	SLU 59	1	1.5	1.125	1.5	0	1	0
60	SLU 60	1	1.5	1.125	1.5	0	1	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	0.8	0	0	0	0	-1.5
68	SLU 68	1.3	0.8	0	0	0	0	0
69	SLU 69	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5
70	SLU 70	1.3	0.8	0	0	0	0	-0.9
71	SLU 71	1.3	0.8	0	0	0	0	0
72	SLU 72	1.3	0.8	0	0	0	0	0.9
73	SLU 73	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
74	SLU 74	1.3	0.8	0	0.6	0	0	1.5
75	SLU 75	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-0.9
76	SLU 76	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0
77	SLU 77	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0.9
78	SLU 78	1.3	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
79	SLU 79	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0
80	SLU 80	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0.9
81	SLU 81	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-1.5
82	SLU 82	1.3	0.8	1.125	0	0	1	1.5
83	SLU 83	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-0.9
84	SLU 84	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0
85	SLU 85	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0.9
86	SLU 86	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-1.5
87	SLU 87	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	1.5
88	SLU 88	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-0.9
89	SLU 89	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0
90	SLU 90	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0.9
91	SLU 91	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	-0.9
92	SLU 92	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0
93	SLU 93	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0.9
94	SLU 94	1.3	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
95	SLU 95	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
96	SLU 96	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9
97	SLU 97	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
98	SLU 98	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	0
99	SLU 99	1.3	0.8	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	0	-0.9
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	0	0	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0	0	0	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	0	-0.9
109	SLU 109	1.3	1.5	0	0.6	0	0	0
110	SLU 110	1.3	1.5	0	0.6	0	0	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	1	-1.5
115	SLU 115	1.3	1.5	1.125	0	0	1	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	1	-1.5
120	SLU 120	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	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	1	-0.9
125	SLU 125	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	0

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
126	SLU 126	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	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	$\Delta T$
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	0	-0.6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	0	0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0.4	0	1	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0.4	0	1	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	1	-1
16	SLE RA 16	1	1	0.75	0	0	1	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	1	-1
21	SLE RA 21	1	1	0.75	0.4	0	1	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	1	-0.6
26	SLE RA 26	1	1	0.75	1	0	1	0
27	SLE RA 27	1	1	0.75	1	0	1	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	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	-0.6
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.6
4	SLE FR 4	1	1	0	0.4	0	0	-0.5
5	SLE FR 5	1	1	0	0.4	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0.4	0	0	0.5
7	SLE FR 7	1	1	0.75	0	0	0	-0.5
8	SLE FR 8	1	1	0.75	0	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.75	0	0	0	0.5

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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	1	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	1	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	1	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	1	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	1	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	1	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	1	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	1	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	1	0	0	1
14	SLO 14	1	1	0	0	1	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0	0	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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLD
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

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
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
33	SLV 33	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
34	SLV 34	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
35	SLV 35	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
36	SLV 36	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
37	SLV 37	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
38	SLV 38	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
39	SLV 39	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
40	SLV 40	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
41	SLV 41	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
42	SLV 42	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
43	SLV 43	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
44	SLV 44	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
45	SLV 45	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
46	SLV 46	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
47	SLV 47	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
48	SLV 48	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

## 7.4 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.16 della Concrete.

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

### 7.4.1 Modellazione: Input

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>]*

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

*a*: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	$\gamma$	$\alpha$
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. [ $\text{kN/m}^2$ ]

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

*EpsEc*:  $\epsilon$  elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

*EpsUc*:  $\epsilon$  ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

*E.traz.*: modulo di elasticità a trazione. [ $\text{kN/m}^2$ ]

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

*EpsEt*:  $\epsilon$  elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

*EpsUt*:  $\epsilon$  ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

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

1.1.3 Armature

*Descrizione*: descrizione o nome assegnato all'elemento.

*fyk*: resistenza caratteristica. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*$\sigma_{amm}$* : tensione ammissibile. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*Tipo*: tipo di barra.

*E*: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [ $\text{kN/m}^2$ ]

*$\gamma$* : peso specifico del materiale. [ $\text{kN/m}^3$ ]

*Poisson*: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

*a*: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]

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

Descrizione	fyk	$\sigma_{amm}$	Tipo	E	$\gamma$	Poisson	$\alpha$	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

2 Preferenze commessa

2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	IV
Vr	100
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41"); Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m. 21,47 m.
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^{\circ}$
Ss orizzontale SLO	1.5

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	5.947
T1,x	0.05561
T1,y	0.17221
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	40
Metodo di Ritz	non applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.07
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

## 2.2 Preferenze di verifica

### 2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
$\gamma_s$ (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 $\sigma_s/f_{yk}$ 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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $\gamma$	No
Copriferro secondo EC2	No

2.2.4 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	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	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 $\gamma$	no

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8
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
Tolleranza di unicità punti	0.1
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1
Considera deformazione a taglio delle piastre	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	Intel MKL PARDISO
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

### 2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

### 2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

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]

## 3 Quote

### 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	1
L2	Piano muri ala	4	0
L3	Piano 1	6.1	0.6

### 3.2 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]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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	Fondazione - Falda 2	Fondazione	Falda 2
T3	Fondazione - Falda 1	Fondazione	Falda 1
T4	Fondazione - Piano muri ala	Fondazione	Piano muri ala

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]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$Fz_i$ : valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]  
 $Fz_f$ : valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]  
 $Mx_i$ : valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]  
 $Mx_f$ : valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]  
 $My_i$ : valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]  
 $My_f$ : valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]  
 $Mz_i$ : valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]  
 $Mz_f$ : valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
FONDAZIONE	Pesi strutturali	0	0	0	0	-115.9	-115.9	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	37.3	37.3	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	34.7	Verticale
	Permanenti portati	0	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	34.7	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	9	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3	Pesi strutturali	34.7	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	55	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	Pesi strutturali	13.77	6.1	63.2	0
	Permanenti portati	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	6.1	8.53	0
	Spinta sismica terreno	30.75	6.1	30.75	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	5	40.5	0
	Permanenti portati	0	5	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	5	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	5	8.53	0
	Spinta sismica terreno	23.6	5	23.6	0
	Frenatura	0	5	0	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Rappresentazione grafica modello input

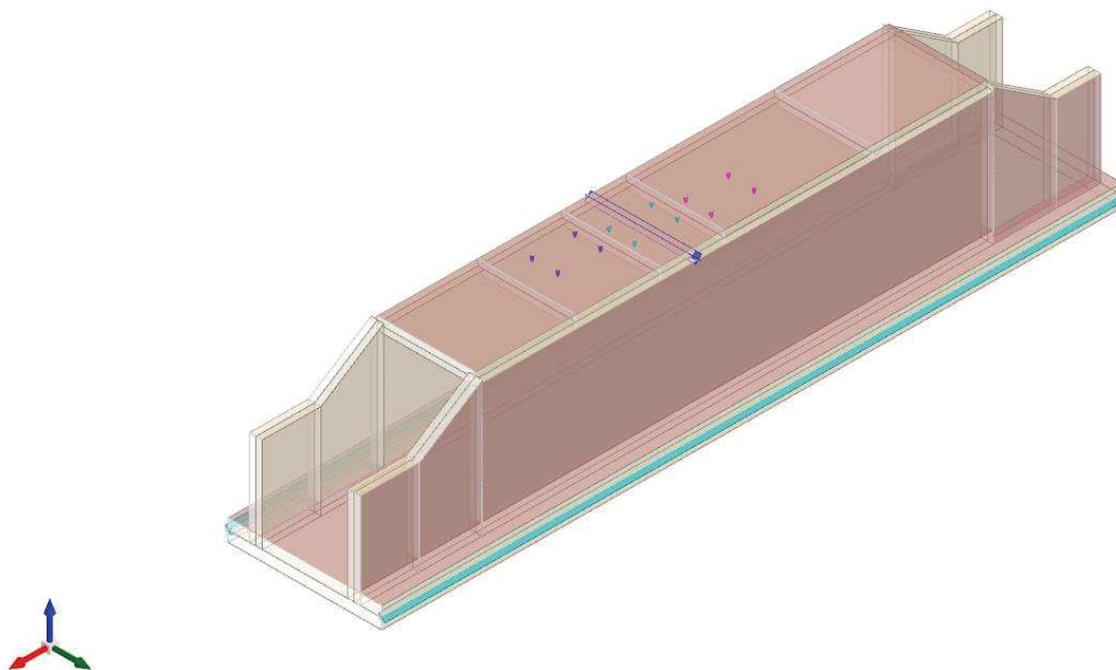


Figura 14 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

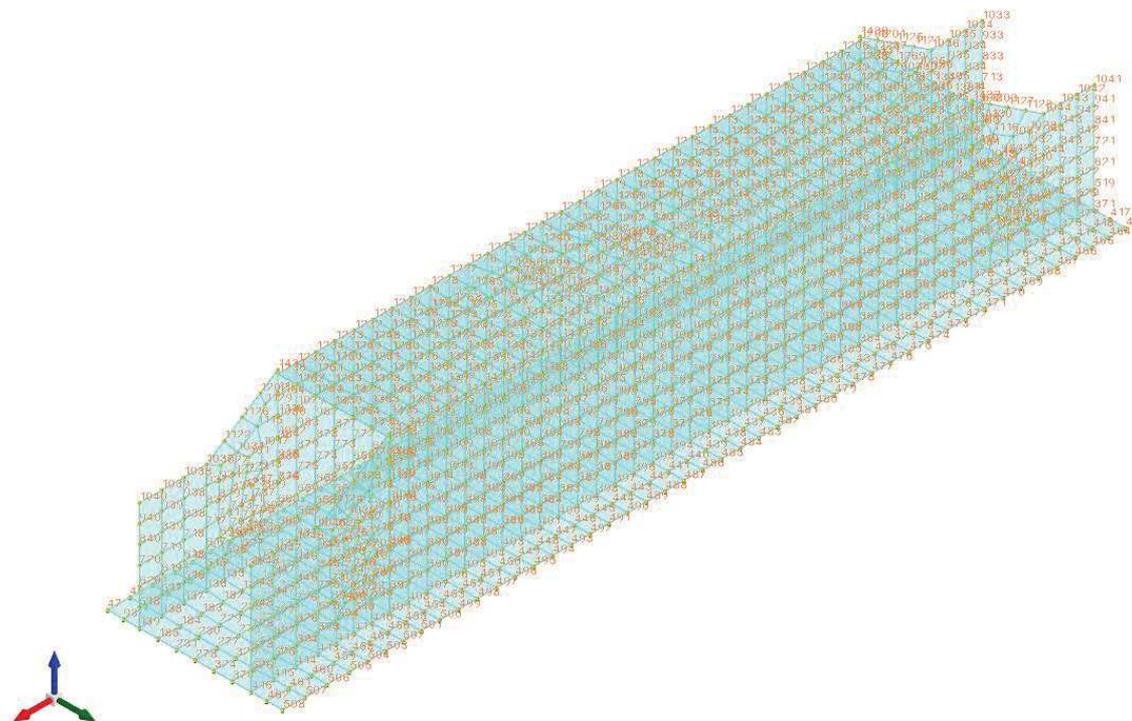


Figura 15 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

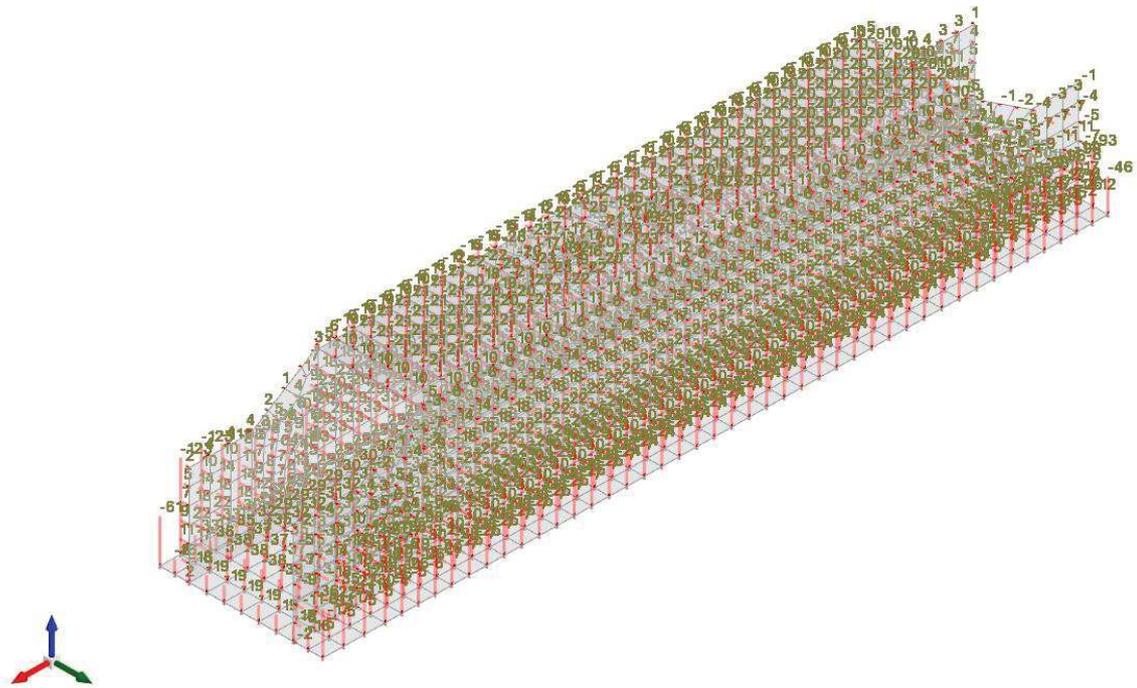


Figura 16 - Condizione permanenti strutturali

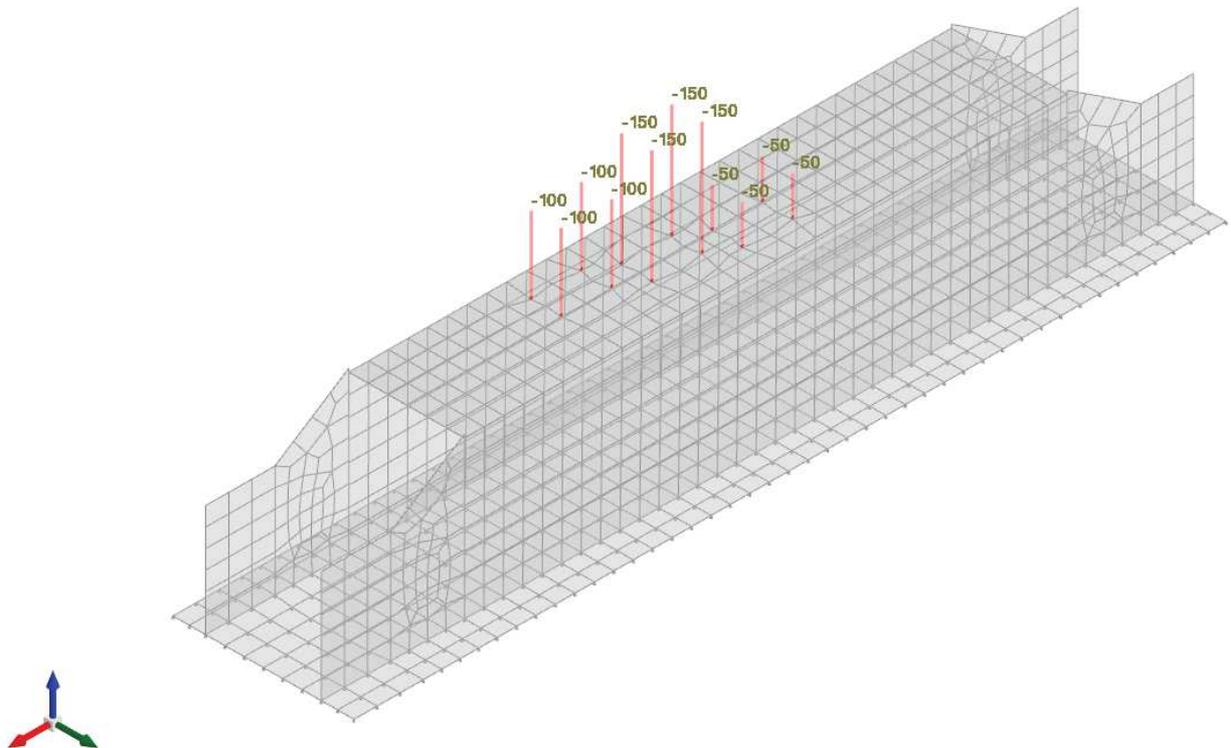


Figura 17 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

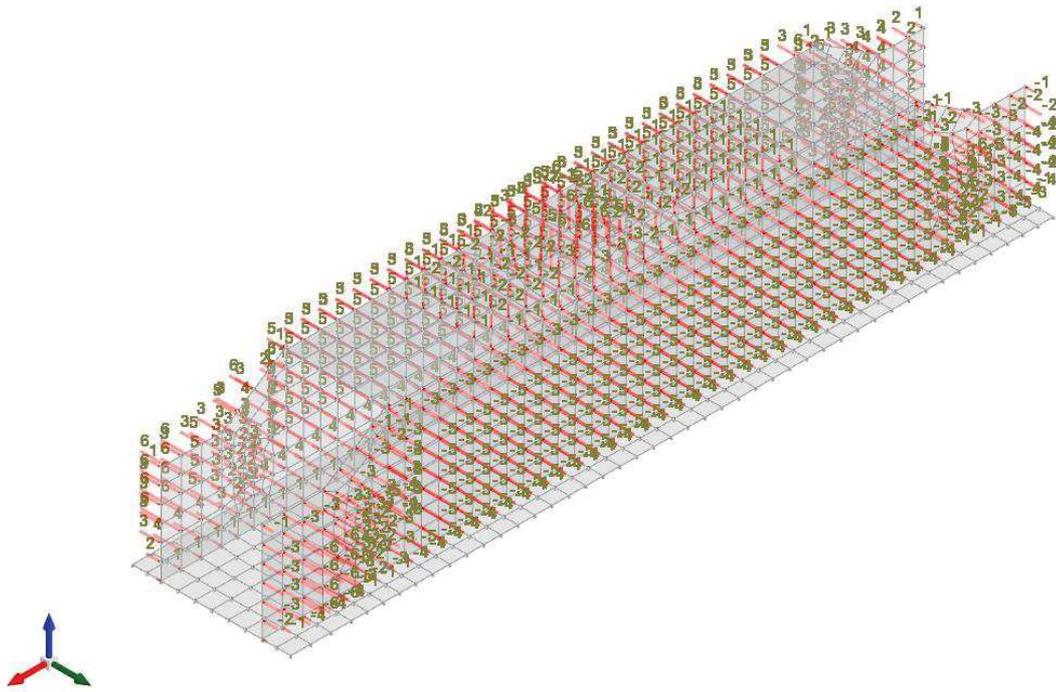


Figura 18 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

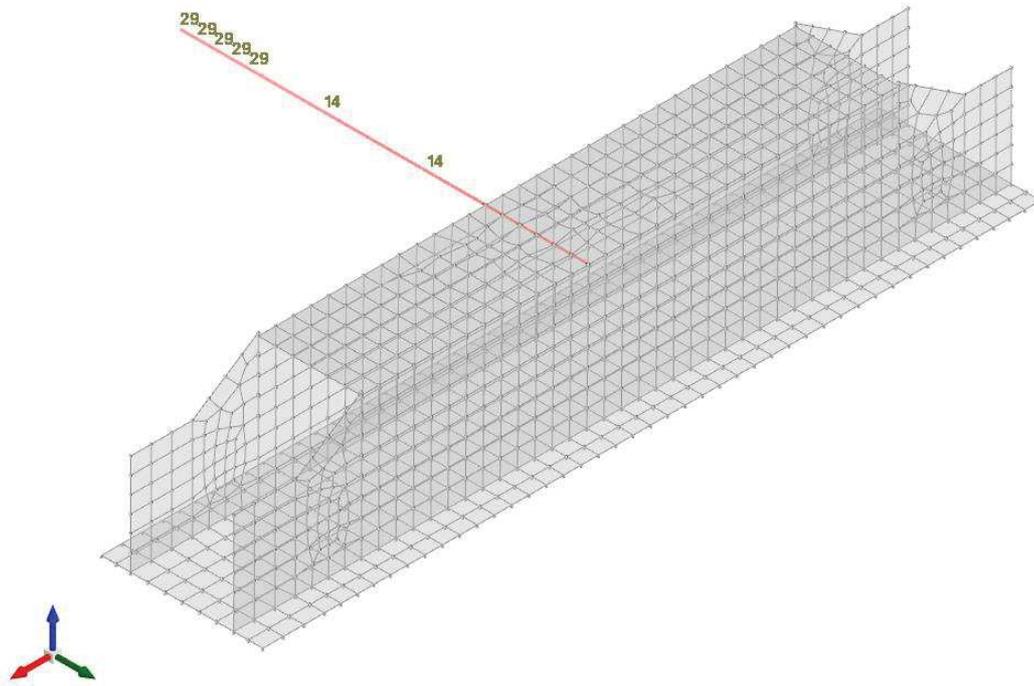


Figura 19 - Condizione frenatura

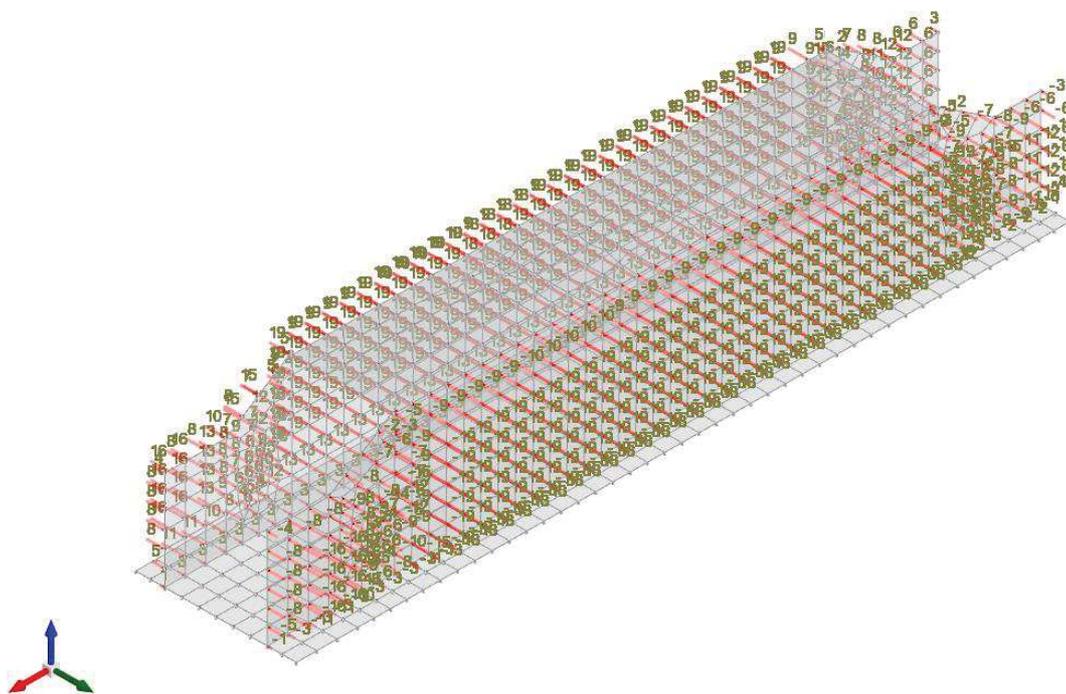


Figura 20 - Condizione spinta sismica terreno

#### 7.4.2 Modellazione: Output

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

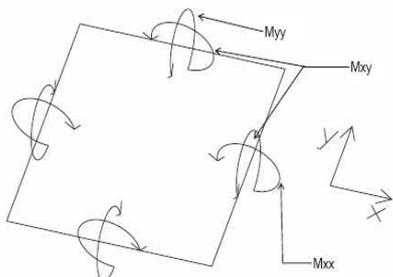
##### 7.4.2.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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  $M_3$ : viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di  $M_3$  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  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



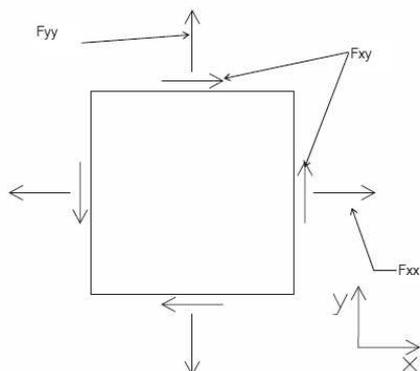
si definiscono:

$M_{xx}$ : 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);

$F_{yy}$ : 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);

$F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

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

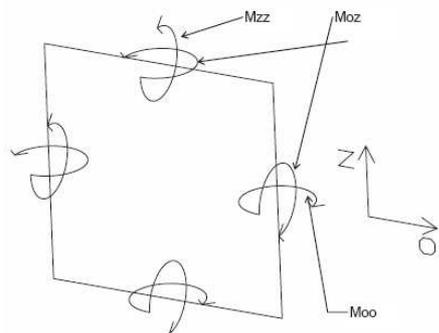
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

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

Gusci verticali: pareti e muri

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

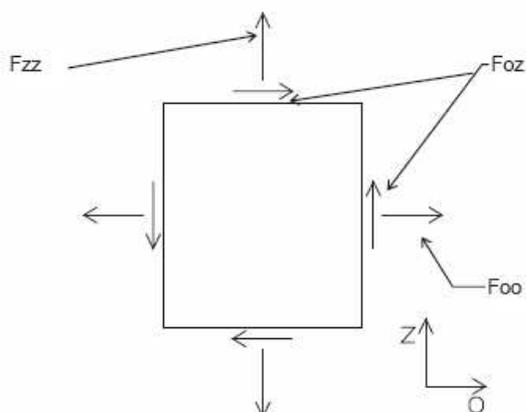
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione Moo, Mzz, Moz.



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

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

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



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

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

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

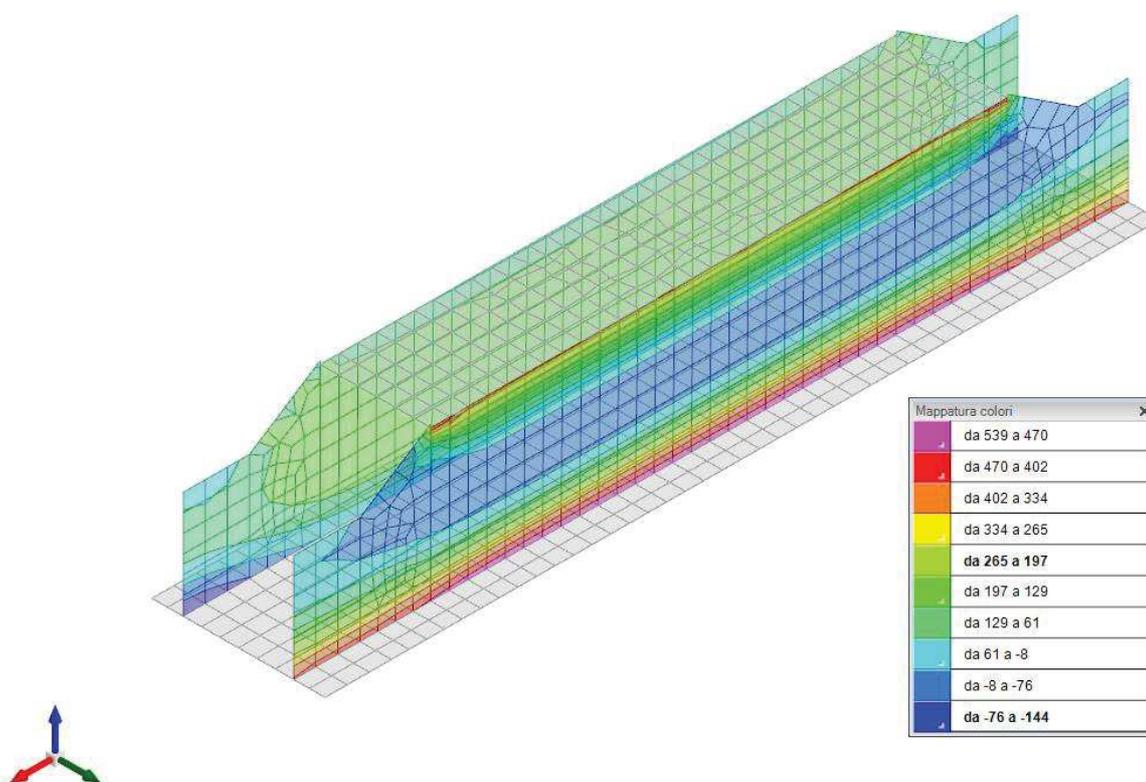


Figura 21 - Involuppo momento flettente Mzz [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

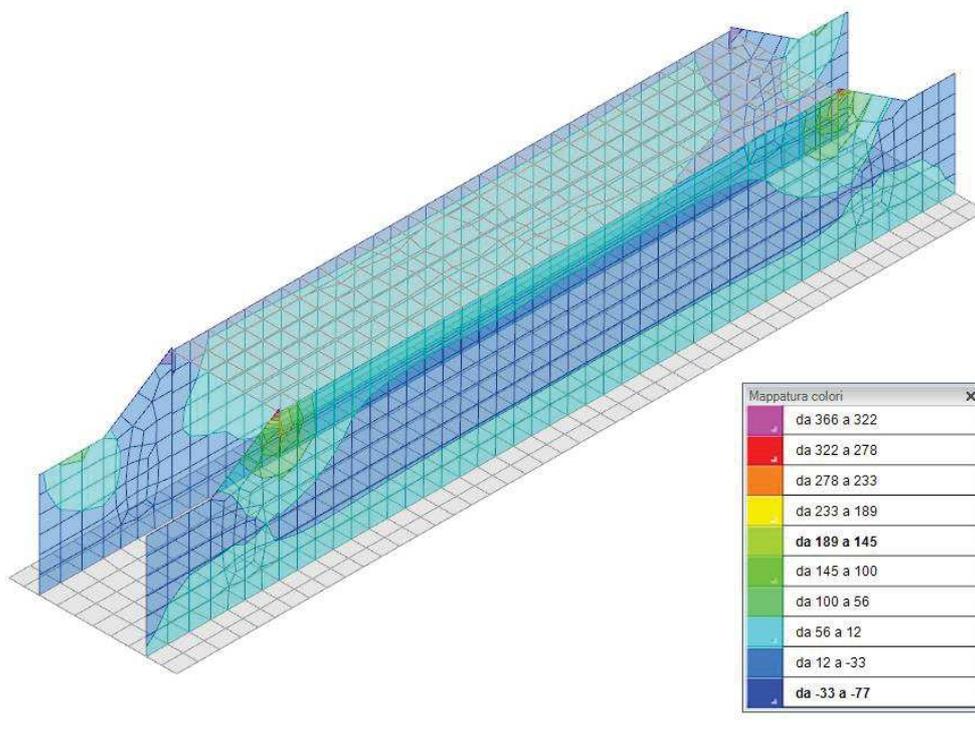


Figura 22 - Inviluppo momento flettente Moo [kNm]

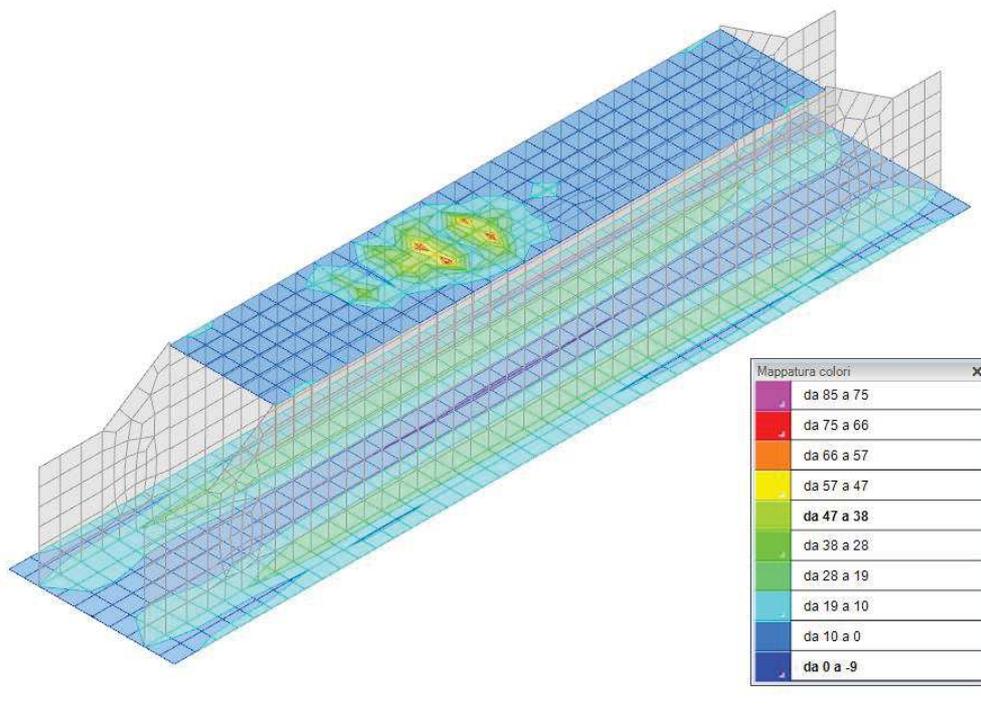


Figura 23 - Inviluppo momento flettente Mxx [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

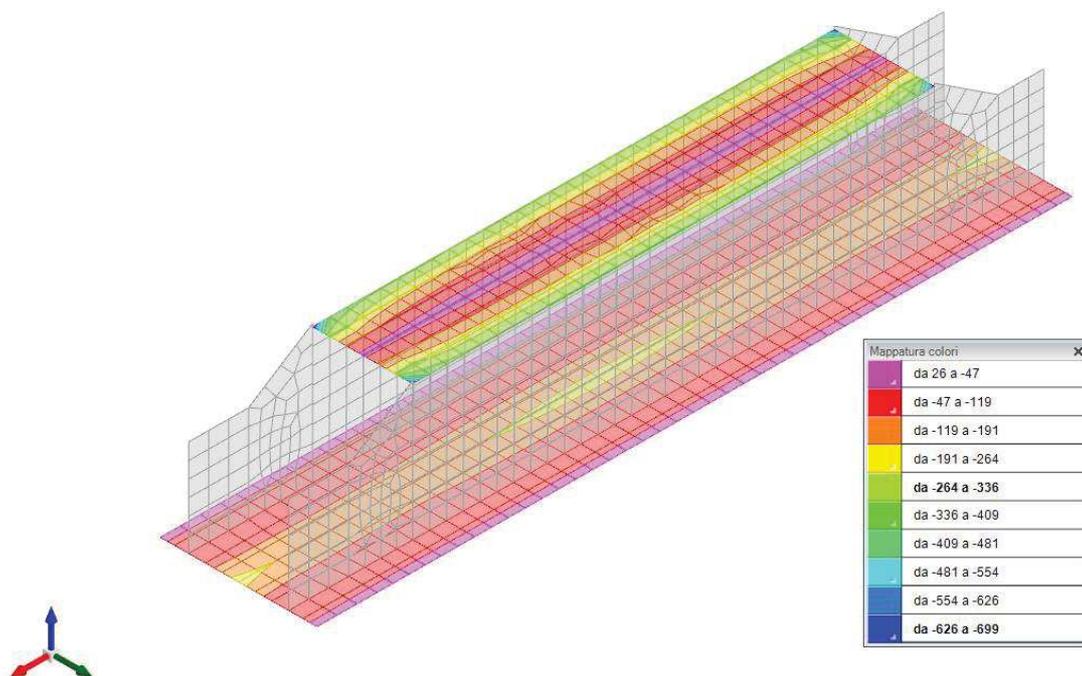


Figura 24 - Involuppo momento flettente Myy [kNm]

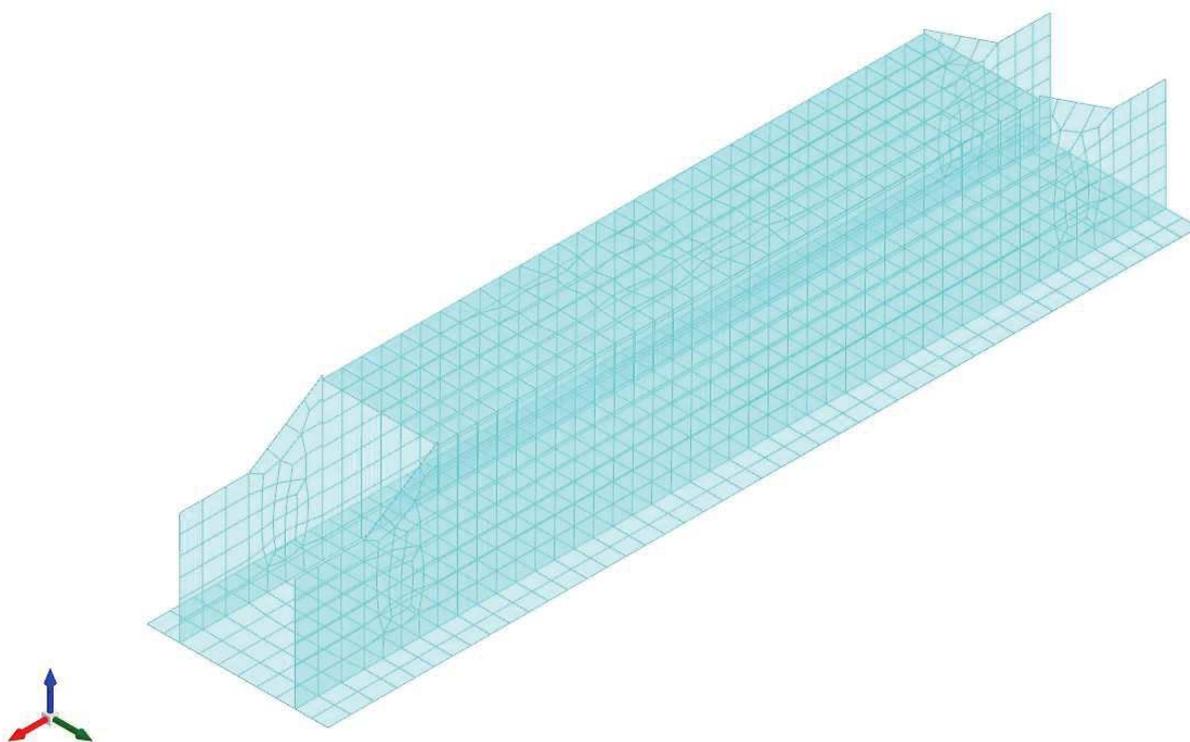


Figura 25 - Spostamenti condizione sisma X SLV

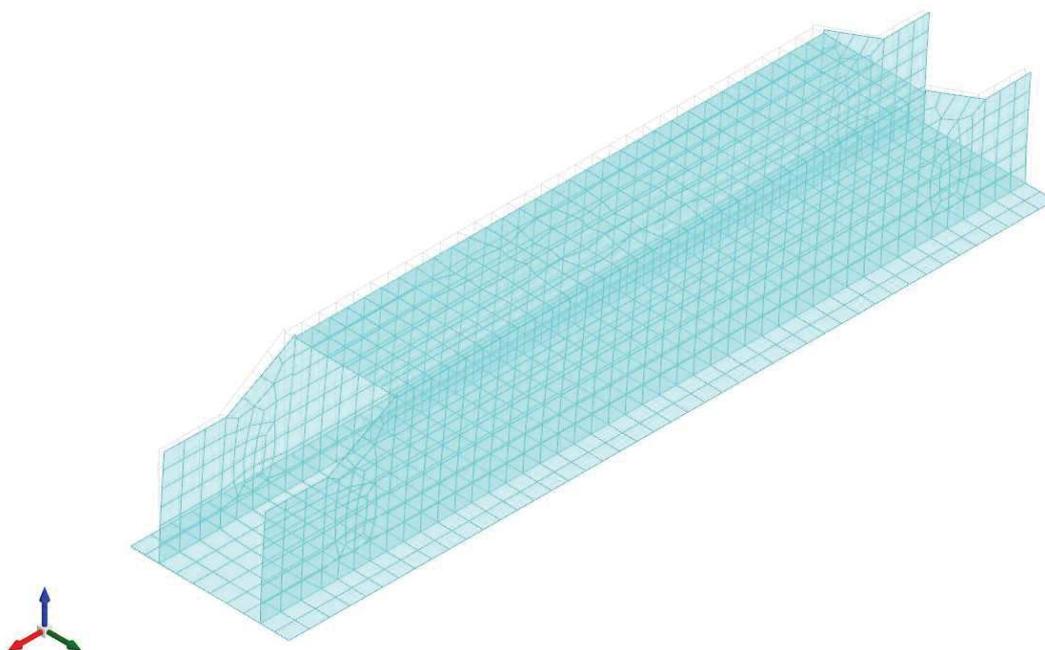


Figura 26 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

## 7.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 7.5.1 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.*

*$\sigma_c$ : tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]*

*$\sigma_{lim}$ : tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]*

*Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.*

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1235	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 25	-430.5948	-273.59	-529.1128	-336.18	1.2288	Si
1427	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 27	-430.5141	-273.79	-533.4254	-339.24	1.239	Si
1234	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 21	-364.825	-154.76	-498.7502	-211.57	1.3671	Si
1399	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 27	-365.3837	-161.93	-507.0031	-224.69	1.3876	Si
1426	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 23	-364.7791	-154.8	-509.5008	-216.22	1.3967	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1235	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 25	-235.8071	-138.53	-522.8378	-307.16	2.2172	Si
1427	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 27	-235.753	-138.63	-527.1329	-309.96	2.236	Si
1234	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 21	-205.3252	-90.93	-501.0384	-221.88	2.4402	Si
1399	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 27	-205.5166	-94.19	-508.8363	-233.19	2.4759	Si
1426	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 23	-205.2829	-90.94	-511.7738	-226.72	2.493	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1265	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 97	235.53	-152.49	237.84	237.84	0	1538.55	2.5	0.0015708	1.0098	Si
1225	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	0	0	SLU 97	268.75	-154.79	277.44	277.44	0	1541.17	2.5	0.0025761	1.0323	Si
1226	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	0	0	SLU 97	261.68	-154.8	277.44	277.44	0	1541.17	2.5	0.0025761	1.0602	Si
1372	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 97	-216.53	-159.22	238.72	238.72	0	1539.45	2.5	0.0015708	1.1025	Si
1224	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	0	0	SLU 97	246.85	-155.79	277.57	277.57	0	1541.3	2.5	0.0025761	1.1244	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
1382	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 7	-146.8	-171.82	349.37	349.37	0	1541.15	2.5	0.0015708	2.3799	Si
1238	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 5	146.79	-171.85	349.37	349.37	0	1541.15	2.5	0.0015708	2.3801	Si
1251	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 9	146.28	-171.14	349.28	349.28	0	1541.06	2.5	0.0015708	2.3878	Si
1395	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 11	-146.26	-171.17	349.28	349.28	0	1541.06	2.5	0.0015708	2.3881	Si
1265	X	1	0.6	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 25	140.17	-122.23	342.92	342.92	0	1534.48	2.5	0.0015708	2.4464	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
1415	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-164.3807	-132.72	-2597	19920	15	Si
1416	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-163.2792	-130.01	-2577	19920	15	Si
1414	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-161.6765	-129.49	-2553	19920	15	Si
1417	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-160.0785	-130.48	-2531	19920	15	Si
1413	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-157.2916	-128.65	-2488	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
1415	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-164.3807	-132.72	22562	360000	15	Si
1416	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-163.2792	-130.01	22450	360000	15	Si
1414	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-161.6765	-129.49	22213	360000	15	Si
1417	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-160.0785	-130.48	21944	360000	15	Si
1225	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 33	-156.3852	-116.85	21670	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 7.5.2 Verifiche pareti

*Q.inf.:* quota inferiore [m]  
*Q.sup.:* quota superiore [m]  
*Sezione:* sezione impiegata  
*Esistente:* campata esistente  
*Secondaria:* campata secondaria  
*Dissipativa:* campata dissipativa  
*Sovraresistenza:* aliquota di sovraresistenza 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, cu:* deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [‰]  
*ε, fk:* deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [‰]  
*C.S.:* coefficiente di sicurezza minimo  
*Nmin:* compressione massima [kN]  
*Nlim:* compressione limite [kN]  
*Comb.Nmin:* 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:* cotangente 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, max:* tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]  
*σ, max:* tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]

### Parete 1

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
559 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
530 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
558 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
531 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
557 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
1234 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1207 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1223 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1225 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1224 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1226 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709
1222 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0731	0.0709

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
559 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-300.4641	-70.52	-313.8896	-73.67	1.0447	Si
530 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	-300.2553	-72.17	-314.3347	-75.55	1.0469	Si
558 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-301.0905	-76.19	-315.3234	-79.79	1.0473	Si
531 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	-300.8923	-77.53	-315.6923	-81.35	1.0492	Si
557 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-301.495	-82.04	-316.8402	-86.22	1.0509	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
559 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-163.2477	-108.94	-351.3636	-234.47	2.1523	Si
1234 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	-221.4191	-159.19	-478.05	-343.7	2.159	Si
530 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	-163.1881	-110.92	-352.5455	-239.63	2.1604	Si
1207 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	-220.9719	-160.32	-478.868	-347.44	2.1671	Si
558 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-163.6608	-115.23	-354.8968	-249.88	2.1685	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
529 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Necessaria	0	SLV 23	131.03	-48.86	-147.8398	130.36	726.11	167.02	167.02	2.5	0.0012566	1.2747	Si
629 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	110.26	-41.6	-63.7037	129.47	725.18	167.02	167.02	2.5	0.0012566	1.5148	Si
1049 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 25	-94.65	-91.22	27.251	135.59	731.51	167.02	167.02	2.5	0.0012566	1.7646	Si
560 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Necessaria	0.1	SLV 27	131.06	-47.28	-147.8114	130.17	725.91	239.02	239.02	2.5	0.0012566	1.8237	Si
552 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Necessaria	0.1	SLV 27	305.57	-119.03	-298.2869	234.87	1551.75	584.05	584.05	2.5	0.0015708	1.9113	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
529 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 23	73.96	-63.52	-80.0306	132.17	727.98	167.02	167.02	2.5	0.0012566	2.2582	Si
629 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 23	60.2	-57.06	-34.4863	131.38	727.15	167.02	167.02	2.5	0.0012566	2.7743	Si
1049 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 25	-54.4	-66.61	9.0458	132.55	728.37	167.02	167.02	2.5	0.0012566	3.0701	Si
560 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0.1	SLD 27	73.99	-62.15	-79.9652	132	727.8	239.02	239.02	2.5	0.0012566	3.2305	Si
553 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0.1	SLD 27	176.35	-150.35	-162.08	238.98	1556.01	584.05	584.05	2.5	0.0015708	3.3119	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1223 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-156.9006	-213.88	No	-2529	19920	15	7.8759	Si
1225 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-155.4499	-221.15	No	-2520	19920	15	7.9054	Si
1224 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-155.7035	-218.28	No	-2519	19920	15	7.9078	Si
1226 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-154.1002	-208.01	No	-2481	19920	15	8.029	Si
1222 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-154.7585	-200.57	No	-2479	19920	15	8.0353	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1223 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-156.9006	-213.88	No	20533	360000	15	17.533	Si
1222 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-154.7585	-200.57	No	20487	360000	15	17.5722	Si
1224 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-155.7035	-218.28	No	20240	360000	15	17.7866	Si
1226 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-154.1002	-208.01	No	20212	360000	15	17.8108	Si
1225 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-155.4499	-221.15	No	20134	360000	15	17.8801	Si

## Parete 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1166 Prosp.A	Verticale	1	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
1426 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
578 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
1399 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
577 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
1425 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1400 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1407 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2056	0.2056	0.071	0.073
1415 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1416 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1414 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1417 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1413 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731
1418 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2139	0.2139	0.0709	0.0731

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1166 Prosp.A	Verticale	SLV 27	155.7839	-26.34	160.9909	-27.22	1.0334	Si
1426 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	400.3212	-203.65	452.7668	-230.33	1.131	Si
578 Prosp.A	Verticale	SLU 86	5.8462	511.25	6.6328	580.05	1.1346	Si
1399 Prosp.A	Orizzontale	SLV 27	399.5743	-205.83	453.505	-233.61	1.135	Si
577 Prosp.A	Verticale	SLU 86	6.052	510.59	6.8691	579.52	1.135	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1426 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	221.3831	-159.24	478.0996	-343.9	2.1596	Si
1399 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	220.991	-160.32	478.868	-347.4	2.1669	Si
1425 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	205.9032	-159.71	485.2727	-376.41	2.3568	Si
1400 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	205.8667	-160.09	485.5232	-377.55	2.3584	Si
1407 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	196.4822	-162.7	474.1394	-392.61	2.4131	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
561 Prosp.A	Orizzontale	0.504	0.5	Non necessaria	0	SLV 21	-131.12	-48.84	147.7064	147.75	741.6	170.59	170.59	2.5	0.001801	1.301	Si
661 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 21	-110.37	-41.61	63.7368	129.47	725.18	167.02	167.02	2.5	0.0012566	1.5133	Si
1166 Prosp.A	Orizzontale	0.527	1	Necessaria	0.1	SLV 27	364.36	-198.73	158.0345	281.41	1564.76	584.86	584.86	2.5	0.0024746	1.6052	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1081 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 27	93.99	-91.26	-27.2044	135.59	731.52	167.02	167.02	2.5	0.0012566	1.777	Si
592 Prosp.A	Orizzontale	0.503	0.5	Non necessaria	0.1	SLV 25	-130.97	-47.3	147.9505	146.85	740.9	243.96	243.96	2.5	0.0017762	1.8627	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
561 Prosp.A	Orizzontale	0.504	0.5	Non necessaria	0	SLD 21	-74.02	-63.51	79.956	149.59	743.51	170.59	170.59	2.5	0.001801	2.3046	Si
661 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 21	-60.26	-57.05	34.502	131.38	727.15	167.02	167.02	2.5	0.0012566	2.7717	Si
1081 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 27	54.01	-66.6	-8.9909	132.55	728.37	167.02	167.02	2.5	0.0012566	3.0921	Si
1166 Prosp.A	Orizzontale	0.527	1	Non necessaria	0.1	SLD 27	186.29	-150.07	93.0018	275	1558.13	584.86	584.86	2.5	0.0024746	3.1396	Si
592 Prosp.A	Orizzontale	0.503	0.5	Non necessaria	0.1	SLD 25	-73.93	-62.15	80.0438	148.72	742.83	243.96	243.96	2.5	0.0017762	3.2998	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1415 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	166.6091	-207.76	No	-2657	19920	15	7.4984	Si
1416 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	165.4354	-200.45	No	-2629	19920	15	7.5769	Si
1414 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.2444	-201.03	No	-2613	19920	15	7.6229	Si
1417 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.3532	-192.06	No	-2601	19920	15	7.6581	Si
1413 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	158.915	-188.67	No	-2520	19920	15	7.9061	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1415 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	166.6091	-207.76	No	22240	360000	15	16.1871	Si
1417 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.3532	-192.06	No	22230	360000	15	16.1945	Si
1416 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	165.4354	-200.45	No	22215	360000	15	16.2051	Si
1414 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.2444	-201.03	No	22010	360000	15	16.3564	Si
1418 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	159.9445	-178.75	No	21817	360000	15	16.5005	Si

## Muro ala 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1037 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.0731	0.0731	0.0758	0.0774
595 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1377	0.1377	0.074	0.074
515 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1537	0.1537	0.074	0.074
527 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
516 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
517 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
518 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068
1022 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1037 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	143.7475	-40.17	145.6046	-40.69	1.0129	Si
595 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-262.0543	-50.77	-273.8525	-53.05	1.045	Si
515 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-289.4202	-51.8	-303.1151	-54.25	1.0473	Si
527 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-297.5407	-65.25	-312.673	-68.57	1.0509	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-285.6101	-44.31	-307.7682	-47.75	1.0776	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
595 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-138.4787	-80.85	-303.2255	-177.04	2.1897	Si
527 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-158.2812	-99.64	-347.7726	-218.92	2.1972	Si
515 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-151.0022	-80.26	-331.7839	-176.35	2.1972	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-147.6257	-67.53	-332.2438	-151.99	2.2506	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-145.7306	-67.4	-332.6887	-153.86	2.2829	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
560 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	125.43	-37.25	-	128.93	724.63	55.25	128.93	2.5	0.0012566	1.028	Si
527 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	217.58	-65.25	-	227.79	1544.43	117.85	227.79	2.5	0.0015708	1.047	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	209.3	-54.58	-	226.39	1542.98	117.85	226.39	2.5	0.0015708	1.0816	Si
515 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	207.73	-56.81	-	225.51	1543.29	117.85	225.51	2.5	0.0015366	1.0856	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	205.82	-54.44	-	226.37	1542.96	117.85	226.37	2.5	0.0015708	1.0999	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
560 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 23	69.72	-54.99	-79.3464	131.12	726.89	55.25	131.12	2.5	0.0012566	1.8808	Si
527 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	117.88	-99.64	-	232.32	1549.11	117.85	232.32	2.5	0.0015708	1.9707	Si
515 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	111.41	-86.06	-	229.36	1547.26	117.85	229.36	2.5	0.0015366	2.0587	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	110.2	-80.07	-	229.74	1546.45	117.85	229.74	2.5	0.0015708	2.0847	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	109.6	-78.92	-146.95	229.59	1546.29	117.85	229.59	2.5	0.0015708	2.0947	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
518 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-60.0923	-96.36	No	-2000	19920	15	9.9618	Si
518 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-41.7576	-91.51	No	-1462	14940	15	10.2173	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-118.3878	-123.36	No	-1931	19920	15	10.3157	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-113.2264	-130.58	No	-1866	19920	15	10.6734	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-80.3335	-138.52	No	-1395	14940	15	10.7095	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1037 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	59.4748	-22.24	No	19284	360000	15	18.6687	Si
518 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-61.7495	-35.59	No	18325	360000	15	19.6454	Si
517 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-117.1263	-62.99	No	17997	360000	15	20.0034	Si
516 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-112.0551	-69.32	No	17008	360000	15	21.1667	Si
1022 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	54.517	-32.54	No	16129	360000	15	22.3202	Si

## Muro ala 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
598 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1336	0.1336	0.074	0.074
1045 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.0731	0.0731	0.0758	0.0774
594 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1387	0.1387	0.074	0.074
523 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1537	0.1537	0.074	0.074

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
510 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
524 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
526 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068
525 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
1024 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
598 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	266.0087	-58.94	267.9789	-59.38	1.0074	Si
1045 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-143.4849	-39.72	-145.9274	-40.4	1.017	Si
594 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	263.4518	-50.94	275.8795	-53.34	1.0472	Si
523 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	289.1265	-51.79	303.134	-54.29	1.0484	Si
510 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	297.9263	-65.49	312.7309	-68.75	1.0497	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
598 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	143.154	-94.59	301.0633	-198.93	2.1031	Si
594 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	139.2397	-81.11	305.3593	-177.89	2.193	Si
510 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	158.5127	-99.81	347.7936	-219	2.1941	Si
523 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	150.8507	-80.25	331.8244	-176.52	2.1997	Si
524 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	147.5999	-67.47	332.2235	-151.86	2.2508	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
592 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLV 21	-124.42	-37.3	146.7623	128.94	724.63	55.25	128.94	2.5	0.0012566	1.0363	Si
510 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-218.7	-65.49	297.9263	227.83	1544.47	117.85	227.83	2.5	0.0015708	1.0417	Si
523 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-208.61	-56.79	288.3188	225.51	1543.28	117.85	225.51	2.5	0.0015366	1.081	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-209.32	-54.52	285.4037	226.38	1542.97	117.85	226.38	2.5	0.0015708	1.0815	Si
524 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-205.92	-54.37	285.0769	226.36	1542.95	117.85	226.36	2.5	0.0015708	1.0993	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
592 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 21	-69.16	-55.08	79.2327	131.13	726.9	55.25	131.13	2.5	0.0012566	1.896	Si
510 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-118.54	-99.81	158.5127	232.34	1549.13	117.85	232.34	2.5	0.0015708	1.9599	Si
523 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-111.91	-86.02	150.0896	229.35	1547.26	117.85	229.35	2.5	0.0015366	2.0494	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-110.23	-80	146.0521	229.73	1546.44	117.85	229.73	2.5	0.0015708	2.0842	Si
524 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-109.68	-78.83	146.9327	229.58	1546.28	117.85	229.58	2.5	0.0015708	2.0931	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
526 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	41.7614	-91.49	No	-1462	14940	15	10.2169	Si
526 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	58.2482	-95.22	No	-1944	19920	15	10.2489	Si
1045 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-60.9404	-24.82	No	-1888	19920	15	10.5531	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	114.6172	-121.11	No	-1872	19920	15	10.6403	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	80.3337	-138.42	No	-1395	14940	15	10.7106	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1045 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-60.9404	-24.82	No	19311	360000	15	18.6423	Si
526 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	59.9627	-35.03	No	17774	360000	15	20.2548	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	113.3544	-60.75	No	17422	360000	15	20.6633	Si
524 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	107.6592	-65.91	No	16357	360000	15	22.0093	Si
1024 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	-54.8944	-32.6	No	16248	360000	15	22.157	Si

### 7.5.3 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. 17-01-18 (N.T.C.)

#### Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

#### Verifiche nei nodi

##### Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
495	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	5.766	599.32	5.8016	603.02	1.0062	Si
403	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	18.4103	1178.9	18.6047	1191.35	1.0106	Si
34	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	5.9755	594.38	6.0568	602.47	1.0136	Si
126	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	19.337	1173.28	19.6012	1189.32	1.0137	Si
357	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	11.7184	1188.49	11.8819	1205.07	1.014	Si

##### Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
392	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 21	190.7695	-165.3	814.1061	-705.41	4.2675	Si
115	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	190.7453	-165.26	814.0685	-705.32	4.2678	Si
393	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 21	190.7287	-165.23	814.0175	-705.18	4.2679	Si
116	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	190.7084	-165.19	813.9729	-705.07	4.2682	Si
394	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 25	190.6674	-165.22	814.1199	-705.45	4.2698	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	Vrds	Vrdsd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
117	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 86	-265.73	-116.11	345.43	345.43	0	2702.34	2.5	0.0015708	1.2999	Si
118	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 86	-265.58	-115.56	345.36	345.36	0	2702.26	2.5	0.0015708	1.3004	Si
163	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 86	-265.73	-117.99	345.69	345.69	0	2702.61	2.5	0.0015708	1.3009	Si
164	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 86	-265.58	-117.28	345.6	345.6	0	2702.51	2.5	0.0015708	1.3013	Si
116	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 86	-265.1	-116.91	345.54	345.54	0	2702.46	2.5	0.0015708	1.3035	Si

##### Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
346	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 21	186.16	-164.58	455.65	455.65	0	2709.26	2.5	0.0015708	2.4476	Si
161	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 23	-186.16	-164.55	455.65	455.65	0	2709.26	2.5	0.0015708	2.4476	Si
347	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 21	186.15	-164.5	455.64	455.64	0	2709.25	2.5	0.0015708	2.4477	Si
162	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 23	-186.14	-164.47	455.63	455.63	0	2709.24	2.5	0.0015708	2.4478	Si
392	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLD 21	186.16	-165.3	455.75	455.75	0	2709.36	2.5	0.0015708	2.4481	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
232	X	0.5	1	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 3	-67.7957	-79.72	-892	14940	15	Si
233	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-133.2209	-144.41	-865	14940	15	Si
278	X	0.5	1	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 3	-64.7811	-81.28	-862	14940	15	Si
234	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-130.5935	-131.06	-838	14940	15	Si
277	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 3	-126.5321	-140.76	-825	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
395	Y	1	1	0.002576	0.059	0.002576	0.059	SLE RA 20	12.1623	917.36	13593	360000	15	Si
396	Y	1	1	0.002576	0.059	0.002576	0.059	SLE RA 20	12.4336	914.91	13577	360000	15	Si
394	Y	1	1	0.002576	0.059	0.002576	0.059	SLE RA 20	11.7852	916.34	13553	360000	15	Si
119	Y	1	1	0.002576	0.059	0.002576	0.059	SLE RA 20	13.9595	904.55	13536	360000	15	Si
27	Y	0.5	1	0.001288	0.059	0.001188	0.059	SLE RA 20	5.4509	455.16	13529	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 7.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 1.00 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 34.45 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 6.10 m circa.

### 7.6.1 Valutazione della costante di sottofondo

La rigidezza delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 192300 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:  $k = 192300$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 192300 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.6.2 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 Aoc1. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

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

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="35,45"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="1,00"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="6,10"/>	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

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

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

$F_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione X
$F_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza di taglio in direzione Y
$F_{zd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_{xd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione X
$M_{yd} =$	<input type="text" value="0,00"/>	kNm	Momento in direzione Y

$V =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente verticale del carico
$H =$	<input type="text" value="0,00"/>	kN	Componente orizzontale del carico
$\theta_v =$	<input type="text" value="0,00"/>	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
$\theta_H =$	<input type="text" value="90,00"/>	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza

$e_x =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione X
$e_y =$	<input type="text" value="0,00"/>	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="35,45"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="255,24"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	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="75"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale

$K_p =$   Coefficiente di spinta passiva

$q =$   kN/m<sup>2</sup> Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k=$	0,85	Fattore di profondità
$m_b=$	1,83	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l=$	1,17	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m=$	1,83	Parametro di forma complessivo
$N_c=$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q=$	14,72	
$N_r=$	14,59	
$s_c=$	1,10	Fattori di forma
$s_q=$	1,10	
$s_r=$	0,94	
$b_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
$b_q=$	1,00	
$b_r=$	1,00	
$i_c=$	1,00	Fattori di inclinazione del carico
$i_q=$	1,00	
$i_r=$	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

Condizioni drenate

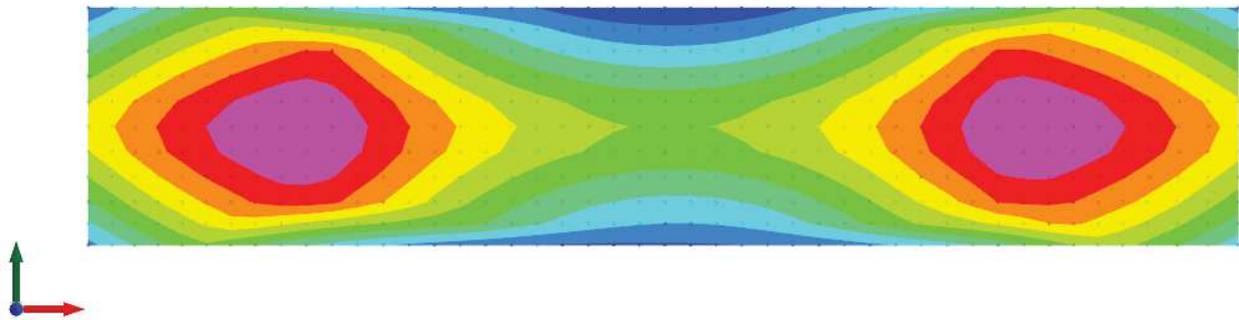
F.S.= 2,3 Fattore di sicurezza

$q_{LIM}= 3232,500$  kN/m<sup>2</sup> Pressione limite  
 $q_{R,D}= 1405,43$  kN/m<sup>2</sup> Pressione resistente di progetto

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Mappatura colori	
	da -204 a -211
	da -211 a -217
	da -217 a -224
	da -224 a -230
	da -230 a -237
	da -237 a -243
	da -243 a -250
	da -250 a -256
	da -256 a -263
	da -263 a -270



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

## 8. TOMBINO TM03

### 8.1 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 5.50 m, con pareti e copertura di spessore pari a 60 cm e platea di fondazione di spessore pari a 100 cm. Lo sviluppo dell'opera è di circa 35.80 m.

All'imbocco ed all'uscita del tombino sono presenti muri d'ala di spessore di 60 cm, con altezza massima di 6.10 m. Le strutture di fondazione, continue a quelle del tombino, sono costituite da platee di spessore pari a 60 cm.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

### 8.2 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

#### 8.2.1 Copertura tombino

##### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Rilevato stradale ( $h_{media}=1.70$ m, $p.p = 19$ kN/m <sup>3</sup> ) .....	35.30 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>35.30 kN/m<sup>2</sup></b>

##### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Pacchetto stradale ( $h=0.10$ , $p.p = 24$ kN/m <sup>3</sup> ).....	2.40 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carico permanente non strutturale totale <math>G_{2k}</math></b>	<b>2.40 kN/m<sup>2</sup></b>

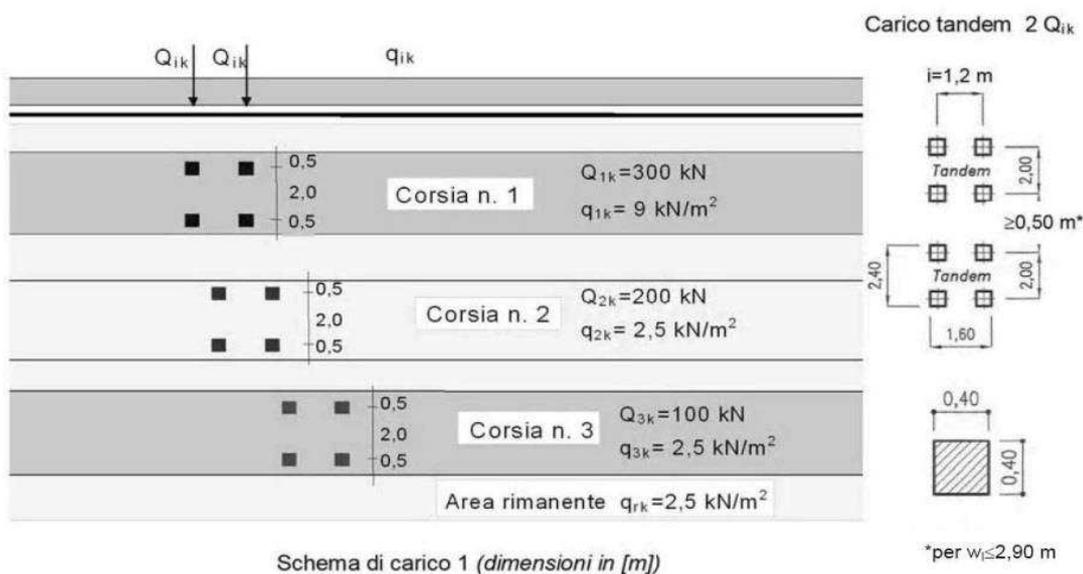
##### CARICHI VARIABILI TRAFFICO

In conformità a quanto previsto dal Cap.5 delle NTC 2018 (Ponti), vengono calcolati i sovraccarichi dovuti al traffico agenti sull'impalcato.

LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w>6,00$ m=9.50 m
CORSIE CONVENZIONALI:	$n=3$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	1.50m (equamente suddivisa sui due lati)

I carichi mobili per ponti sono definiti secondo lo Schema di carico n.1:

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI



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

La disposizione delle corsie è stata determinata in modo tale da indurre le condizioni di progetto più gravose.

## FRENATURA

L'azione dovuta alla frenatura è calcolata secondo la relazione contenuta nelle NTC2018 al par. 5.1.3.5 ed applicata sulla porzione di scatolare di larghezza pari ad 1.00 m:

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 384.3 \text{ kN}$$

dove:

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

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

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

$L = 5.20 \text{ m}$ , lunghezza della zona caricata.

La forza di frenatura, applicata a livello della pavimentazione stradale e lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Inoltre, considerando la porzione di scatolare di larghezza pari ad 1 m, l'azione di frenatura risulta:

$$Q_3 = 194 / (5.20) = 37.30 \text{ kN/m}$$

## CARICHI TERMICI

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°.

### 8.2.2 Platea tombino

#### CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua ( $H_{\max} = 5.50 \text{ m}$ ).....	<u>55.00</u> $\text{kN/m}^2$
<b>Carico permanente strutturale totale <math>G_{1k}</math></b>	<b>55.00 <math>\text{kN/m}^2</math></b>

### 8.2.3 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°.

### 8.2.4 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.

## RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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
$s_1 =$	0,6	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,6	m	Spessore in testa
$h_1 =$	1	m	Altezza suola fondazione
$h =$	6,1	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	7,1	m	Altezza totale muro

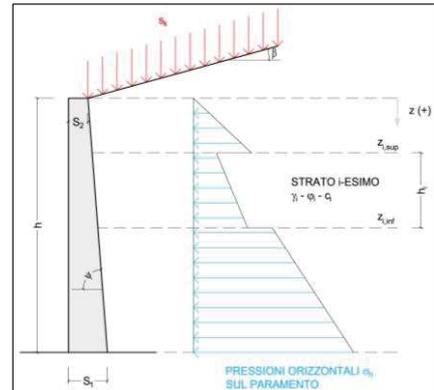
**MODALITA' DI SPINTA**

Spinta in quiete

**PARAMETRI SISMICI**

C Categoria suolo  
T1 - Superficie pianeggianti, 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

$a_g =$	0,140	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_p =$	2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_p =$	0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_c =$	1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_c$
$S_s =$	1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_t =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S =$	1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,207	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{ra} =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,207		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	10,61	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	12,98	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso



**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$q_{1k}$	$q_{2k}$	$q_{3k}$	
32,3	0	20	kN/m <sup>2</sup>
$s_{q1k}$	$s_{q2k}$	$s_{q3k}$	
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	-
1	1,3	1,3	-
1	1	1	1

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

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

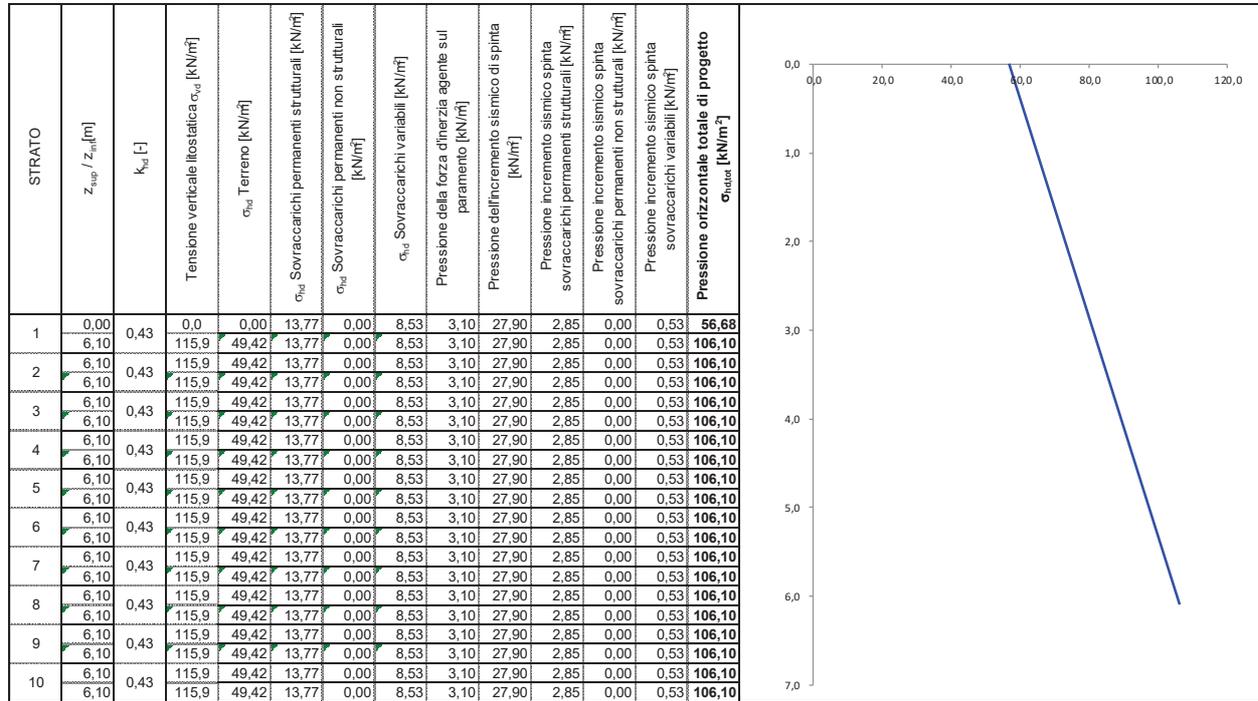
$\gamma_f$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$
1	1	1
1	1,25	1,25

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

**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

Strato	$z_{sup}$ [m]	$z_{inf}$ [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICHI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$\delta_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_d$ [°]	$\delta_d$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_d$ [°]	$\delta_d$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	6,10	6,10	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	6,10	6,10	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513

**PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV**



## 8.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 8.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 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	0	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 SLD				
Sisma Y SLD				
Sisma Z SLD				

Descrizione	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Eccentricità Y per sisma X SLD				
Eccentricità X per sisma Y SLD				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				

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

### 8.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

- 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:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- 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;

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

$\gamma_{oi}$  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	0.8	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0.8	0	0	0	1.5	-0.9
5	SLU 5	1	0.8	0	0	0	1.5	0
6	SLU 6	1	0.8	0	0	0	1.5	0.9
7	SLU 7	1	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
8	SLU 8	1	0.8	0	0.6	0	0	1.5
9	SLU 9	1	0.8	0	0.6	0	1.5	-0.9
10	SLU 10	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0
11	SLU 11	1	0.8	0	0.6	0	1.5	0.9
12	SLU 12	1	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
13	SLU 13	1	0.8	0	1.5	0	0	0
14	SLU 14	1	0.8	0	1.5	0	0	0.9
15	SLU 15	1	0.8	1.125	0	0	0	-1.5
16	SLU 16	1	0.8	1.125	0	0	0	1.5
17	SLU 17	1	0.8	1.125	0	0	1.5	-0.9
18	SLU 18	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0
19	SLU 19	1	0.8	1.125	0	0	1.5	0.9
20	SLU 20	1	0.8	1.125	0.6	0	0	-1.5
21	SLU 21	1	0.8	1.125	0.6	0	0	1.5
22	SLU 22	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	-0.9
23	SLU 23	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0
24	SLU 24	1	0.8	1.125	0.6	0	1.5	0.9
25	SLU 25	1	0.8	1.125	1.5	0	0	-0.9
26	SLU 26	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	0.8	1.125	1.5	0	0	0.9
28	SLU 28	1	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
29	SLU 29	1	0.8	1.5	0	0	0	0
30	SLU 30	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9
31	SLU 31	1	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
32	SLU 32	1	0.8	1.5	0.6	0	0	0
33	SLU 33	1	0.8	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
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	1	1.5
50	SLU 50	1	1.5	1.125	0	0	1	-0.9
51	SLU 51	1	1.5	1.125	0	0	1	0
52	SLU 52	1	1.5	1.125	0	0	1	0.9
53	SLU 53	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-1.5
54	SLU 54	1	1.5	1.125	0.6	0	1	1.5
55	SLU 55	1	1.5	1.125	0.6	0	1	-0.9
56	SLU 56	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0
57	SLU 57	1	1.5	1.125	0.6	0	1	0.9

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
58	SLU 58	1	1.5	1.125	1.5	0	1	-0.9
59	SLU 59	1	1.5	1.125	1.5	0	1	0
60	SLU 60	1	1.5	1.125	1.5	0	1	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	0.8	0	0	0	0	-1.5
68	SLU 68	1.3	0.8	0	0	0	0	0
69	SLU 69	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5
70	SLU 70	1.3	0.8	0	0	0	0	-0.9
71	SLU 71	1.3	0.8	0	0	0	0	0
72	SLU 72	1.3	0.8	0	0	0	0	0.9
73	SLU 73	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-1.5
74	SLU 74	1.3	0.8	0	0.6	0	0	1.5
75	SLU 75	1.3	0.8	0	0.6	0	0	-0.9
76	SLU 76	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0
77	SLU 77	1.3	0.8	0	0.6	0	0	0.9
78	SLU 78	1.3	0.8	0	1.5	0	0	-0.9
79	SLU 79	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0
80	SLU 80	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0.9
81	SLU 81	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-1.5
82	SLU 82	1.3	0.8	1.125	0	0	1	1.5
83	SLU 83	1.3	0.8	1.125	0	0	1	-0.9
84	SLU 84	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0
85	SLU 85	1.3	0.8	1.125	0	0	1	0.9
86	SLU 86	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-1.5
87	SLU 87	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	1.5
88	SLU 88	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	-0.9
89	SLU 89	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0
90	SLU 90	1.3	0.8	1.125	0.6	0	1	0.9
91	SLU 91	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	-0.9
92	SLU 92	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0
93	SLU 93	1.3	0.8	1.125	1.5	0	1	0.9
94	SLU 94	1.3	0.8	1.5	0	0	0	-0.9
95	SLU 95	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
96	SLU 96	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9
97	SLU 97	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	-0.9
98	SLU 98	1.3	0.8	1.5	0.6	0	0	0
99	SLU 99	1.3	0.8	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	0	-0.9
104	SLU 104	1.3	1.5	0	0	0	0	0
105	SLU 105	1.3	1.5	0	0	0	0	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	0	-0.9
109	SLU 109	1.3	1.5	0	0.6	0	0	0
110	SLU 110	1.3	1.5	0	0.6	0	0	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	1	-1.5
115	SLU 115	1.3	1.5	1.125	0	0	1	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	1	-1.5
120	SLU 120	1.3	1.5	1.125	0.6	0	1	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	1	-0.9
125	SLU 125	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	0

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
126	SLU 126	1.3	1.5	1.125	1.5	0	1	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	$\Delta T$
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	0	-0.6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	0	0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0.4	0	1	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0.4	0	1	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	1	-1
16	SLE RA 16	1	1	0.75	0	0	1	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	1	-1
21	SLE RA 21	1	1	0.75	0.4	0	1	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	1	-0.6
26	SLE RA 26	1	1	0.75	1	0	1	0
27	SLE RA 27	1	1	0.75	1	0	1	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	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	-0.6
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.6
4	SLE FR 4	1	1	0	0.4	0	0	-0.5
5	SLE FR 5	1	1	0	0.4	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0.4	0	0	0.5
7	SLE FR 7	1	1	0.75	0	0	0	-0.5
8	SLE FR 8	1	1	0.75	0	0	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.75	0	0	0	0.5

**Famiglia SLE quasi permanente**

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	$\Delta T$
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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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	1	0	0	-1
2	SLO 2	1	1	0	0	1	0	0	-1
3	SLO 3	1	1	0	0	1	0	0	-1
4	SLO 4	1	1	0	0	1	0	0	-1
5	SLO 5	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
6	SLO 6	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
7	SLO 7	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
8	SLO 8	1	1	0	0	1	0	0	-0.3
9	SLO 9	1	1	0	0	1	0	0	0.3
10	SLO 10	1	1	0	0	1	0	0	0.3
11	SLO 11	1	1	0	0	1	0	0	0.3
12	SLO 12	1	1	0	0	1	0	0	0.3
13	SLO 13	1	1	0	0	1	0	0	1
14	SLO 14	1	1	0	0	1	0	0	1
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0	0	1
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0	0	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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLD
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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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

Nome	Nome breve	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
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
33	SLV 33	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
34	SLV 34	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
35	SLV 35	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
36	SLV 36	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
37	SLV 37	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
38	SLV 38	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
39	SLV 39	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
40	SLV 40	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
41	SLV 41	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
42	SLV 42	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
43	SLV 43	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
44	SLV 44	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
45	SLV 45	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
46	SLV 46	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
47	SLV 47	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
48	SLV 48	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

## 8.4 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.16 della Concrete.

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

### 8.4.1 Modellazione: Input

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>]*

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	$\gamma$	$\alpha$
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:  $\epsilon$  elastico a compressione. Il valore è adimensionale.*

*EpsUc:  $\epsilon$  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:  $\epsilon$  elastico a trazione. Il valore è adimensionale.*

*EpsUt:  $\epsilon$  ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.*

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

1.1.3 Armature

*Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.*

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

*$\sigma_{amm.}$ : 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>]*

*$\gamma$ : peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]*

*Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*

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

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

Descrizione	fyk	$\sigma_{amm.}$	Tipo	E	$\gamma$	Poisson	$\alpha$	Livello di conoscenza
B450C_1	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

2 Preferenze commessa

2.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi  
Tipo di costruzione  
Vn  
Classe d'uso  
Vr  
Tipo di analisi  
Considera sisma Z  
Località  
Categoria del suolo  
Categoria topografica  
Ss orizzontale SLO

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)  
2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari  
50  
IV  
100  
Lineare dinamica  
Solo se  $A_g \geq 0.15$  g, conformemente a §3.2.3.1  
Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41");  
Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m. 21,47 m.  
C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti  
T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$   
1.5

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	5.947
T1,x	0.05561
T1,y	0.17221
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	40
Metodo di Ritz	non applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.07
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.07
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

## 2.2 Preferenze di verifica

### 2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

2.2 Preferenze di verifica

2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Acciaio	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
$\gamma_s$ (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 $\sigma_s/f_{yk}$ 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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No

2.2.4 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 $C_1, C_2, C_3$ per $M_{cr}$	automatico
Coefficienti $\alpha, \beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
$L/e_0$ iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	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

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8
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
Tolleranza di unicità punti	0.1
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1
Considera deformazione a taglio delle piastre	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	Intel MKL PARDISO
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

### 2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo

Secante

Tolleranza iterazione

0.00001

Numero massimo iterazioni

50

### 2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

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]

## 3 Quote

### 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	1
L2	Piano muri ala	2.45	0
L3	Piano muri ala 2	5.6	0
L4	Piano 1	6.1	0.6

### 3.2 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.

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

[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	Fondazione - Falda 2	Fondazione	Falda 2
T3	Fondazione - Falda 1	Fondazione	Falda 1
T4	Fondazione - Piano muri ala	Fondazione	Piano muri ala
T5	Fondazione - Piano muri ala 2	Fondazione	Piano muri ala 2
T6	Fondazione - Falda 3	Fondazione	Falda 3
T7	Fondazione - Falda 4	Fondazione	Falda 4

1.5 Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Fx: componente X del carico concentrato. [kN]

Fy: componente Y del carico concentrato. [kN]

Fz: componente Z del carico concentrato. [kN]

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

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

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

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

1.5 Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

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

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

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

Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]

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

Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]

Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]

My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]

Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Descrizione													
FONDAZIONE	Pesi strutturali	0	0	0	0	-115.9	-115.9	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	37.3	37.3	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			
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_1	Pesi strutturali	37.7	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	9	Verticale

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABLE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3	Pesi strutturali	37.7	Verticale
	Permanententi portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	55	Verticale
	Permanententi 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	Condizione	Valori			
		Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Spinta_parete	Pesi strutturali	13.77	6.1	63.2	0
	Permanententi portati	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	6.1	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	6.1	8.53	0
	Spinta sismica terreno	30.75	6.1	30.75	0
	Frenatura	0	0	0	0
Spinta_muri_ala	Pesi strutturali	0	5	40.5	0
	Permanententi portati	0	5	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	5	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	5	8.53	0
	Spinta sismica terreno	23.6	5	23.6	0
	Frenatura	0	5	0	0

1.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Nome
gradiente_15°
gradiente_15° (-)

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Rappresentazione grafica modello input

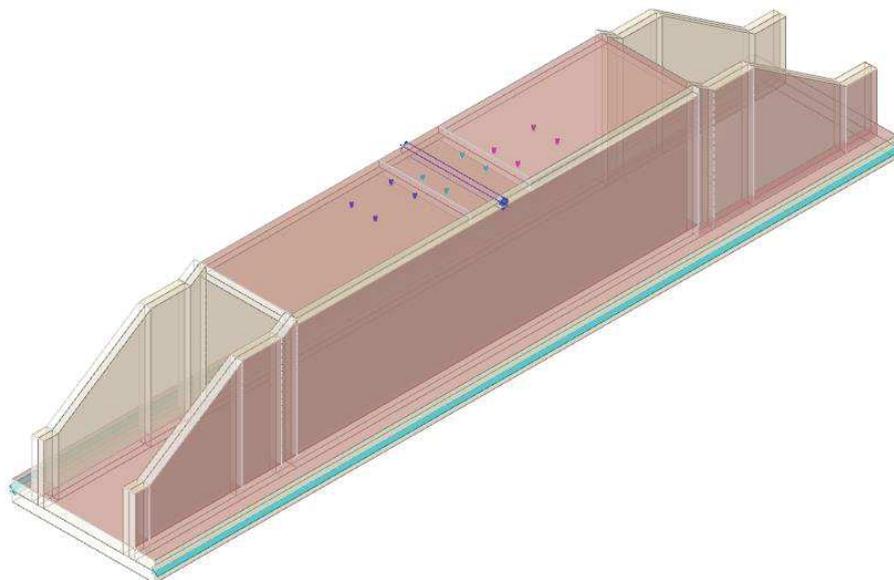


Figura 27 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

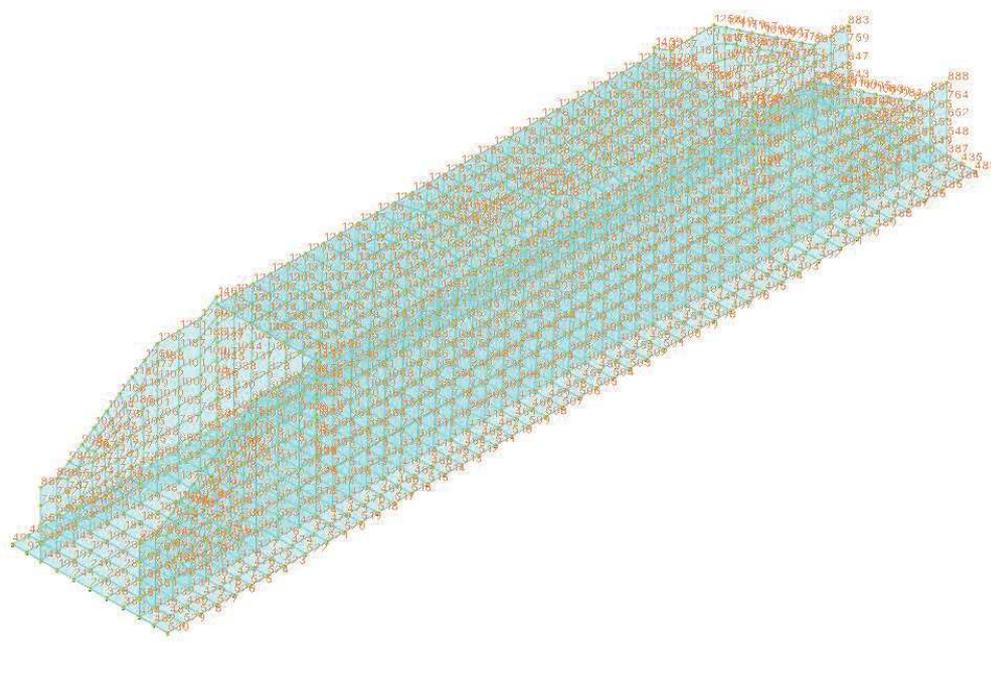


Figura 28 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

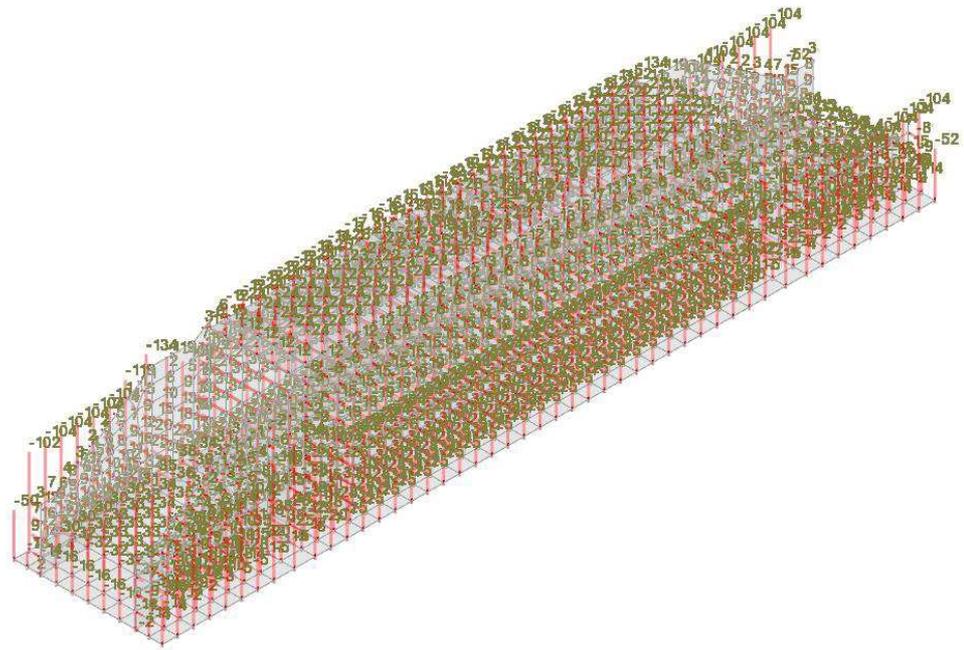


Figura 29 - Condizione permanenti strutturali

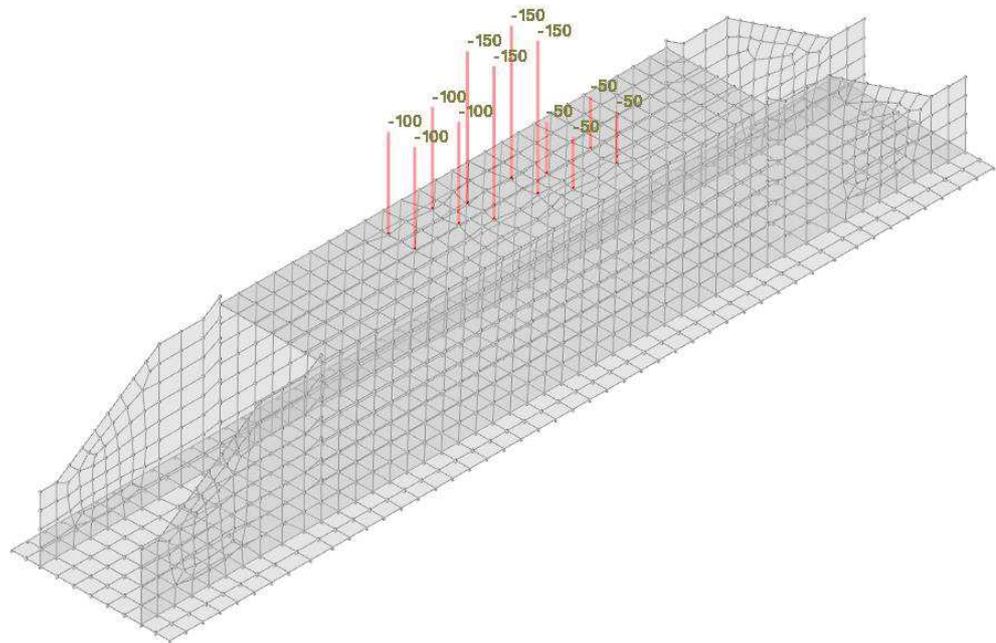


Figura 30 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

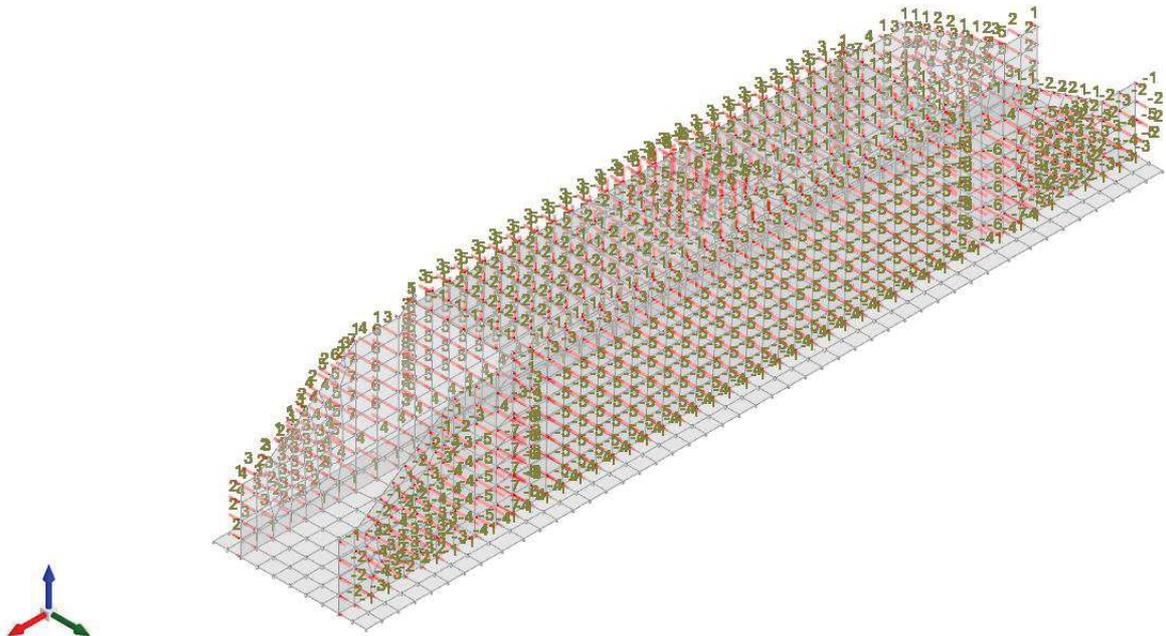


Figura 31 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

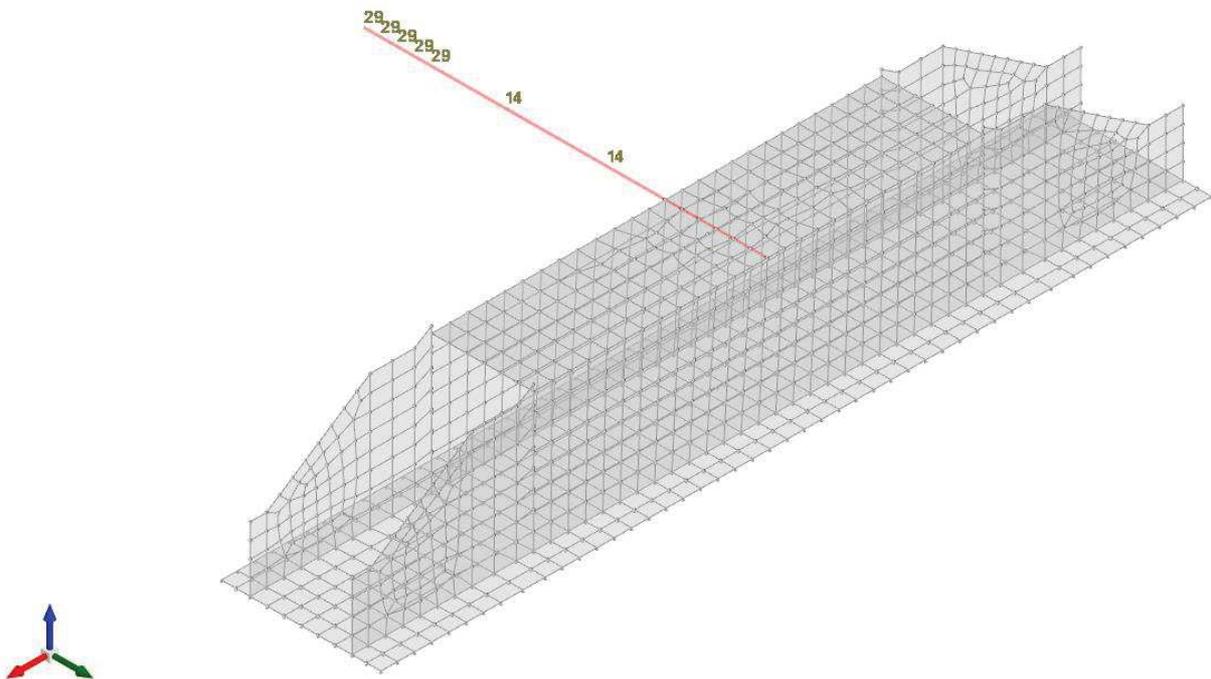


Figura 32 - Condizione frenatura

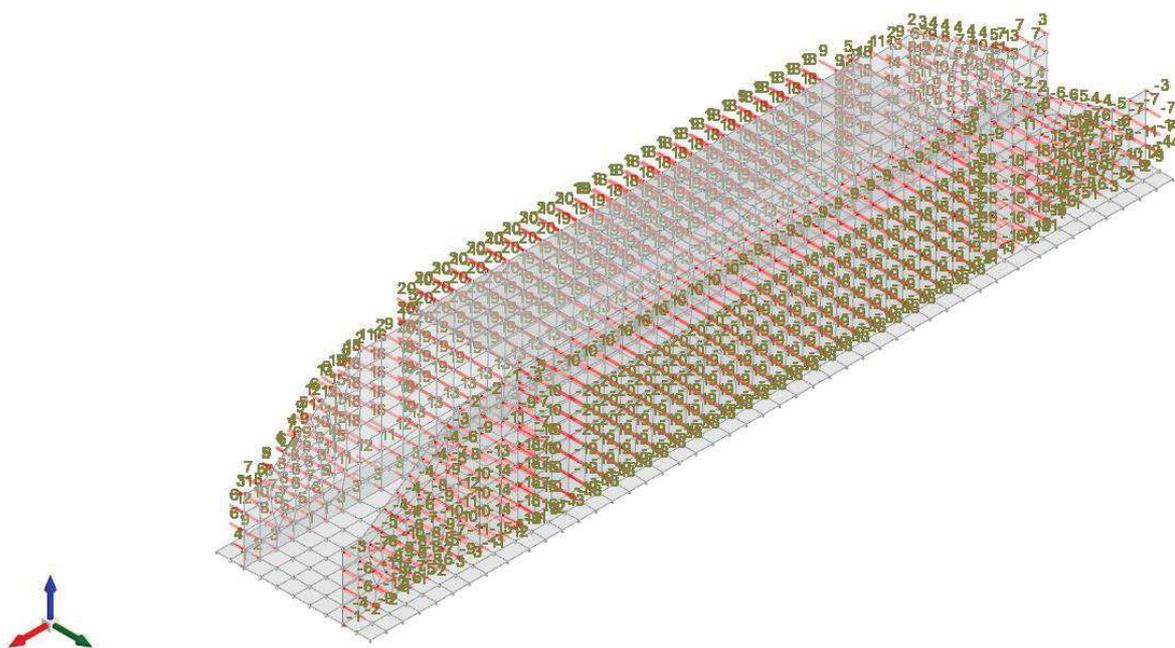


Figura 33 - Condizione spinta sismica terreno

## 8.4.2 Modellazione: Output

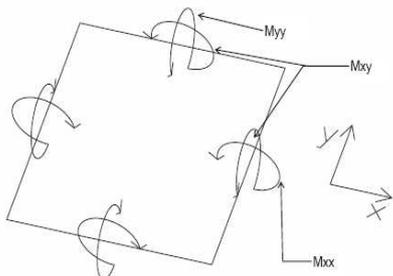
Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

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



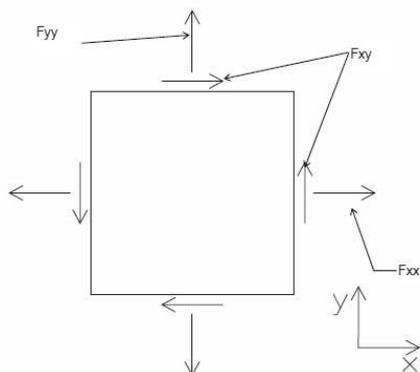
si definiscono:

$M_{xx}$ : 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);

$F_{yy}$ : 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);

$F_{xy}$ : 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:

## RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

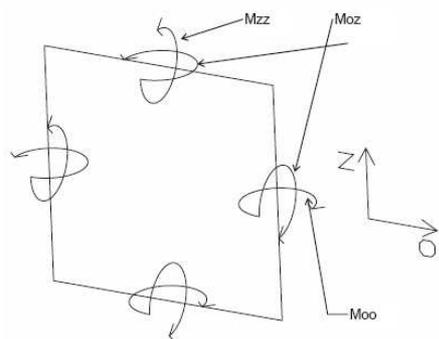
Vx: taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

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.

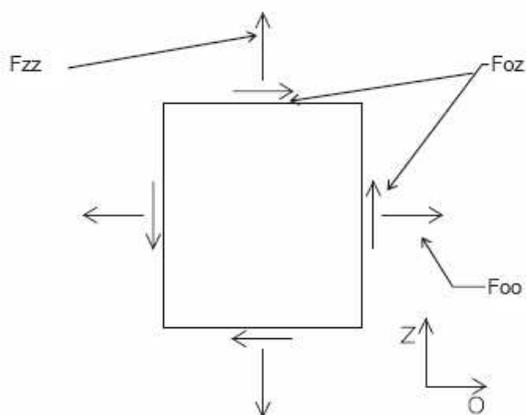
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



$M_{oo}$ : 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);

$M_{zz}$ : 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);

$M_{oz}$ : 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  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



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

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

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

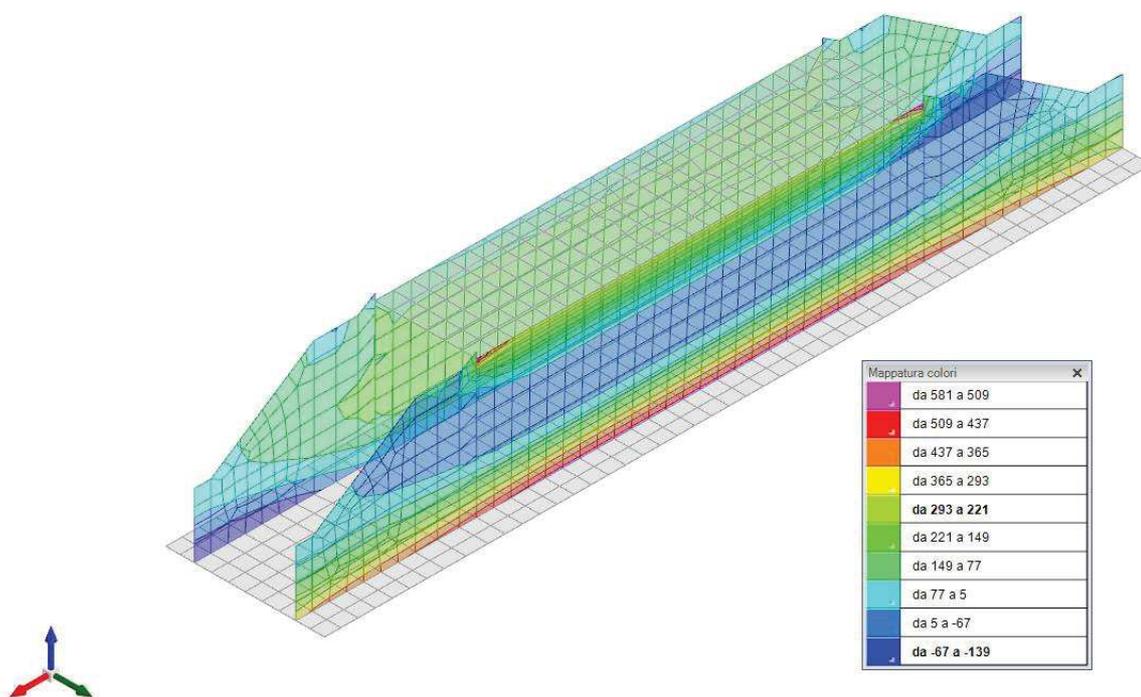


Figura 34 - Involuppo momento flettente Mzz [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

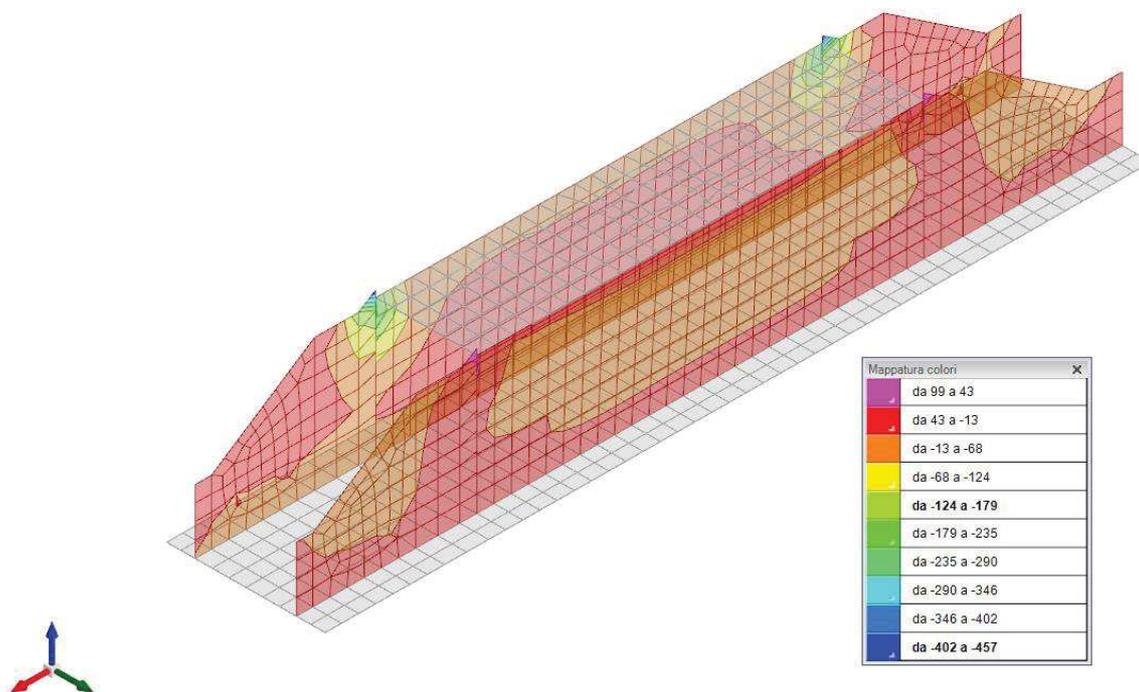


Figura 35 - Inviluppo momento flettente Moo [kNm]

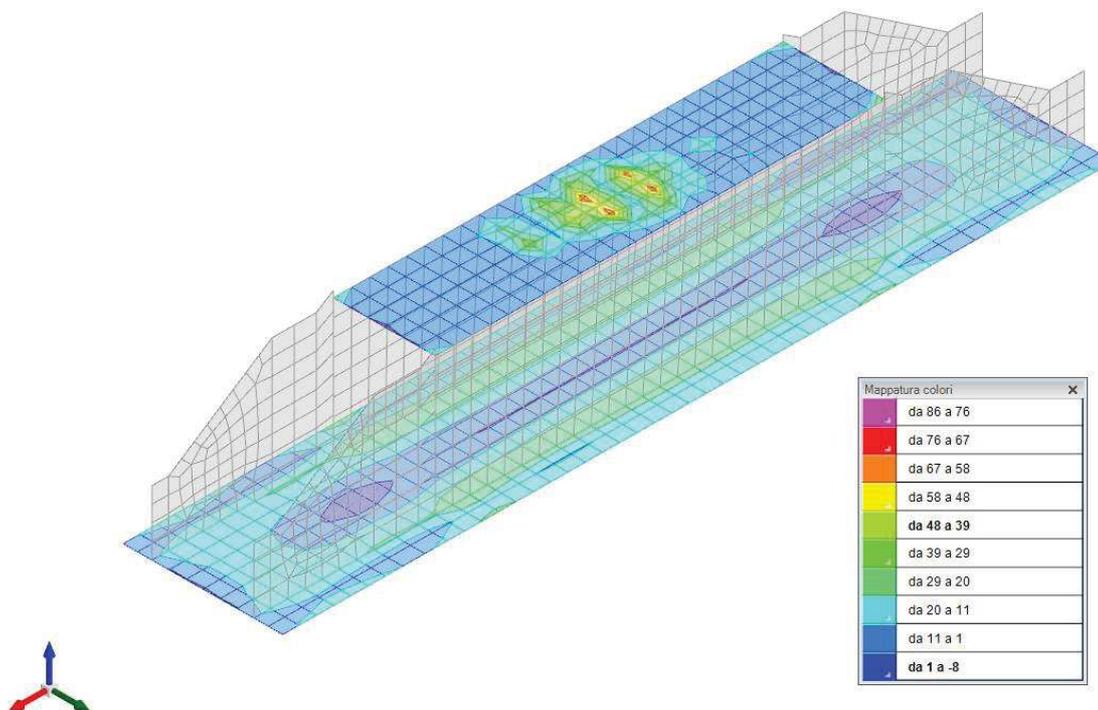


Figura 36 - Inviluppo momento flettente Mxx [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

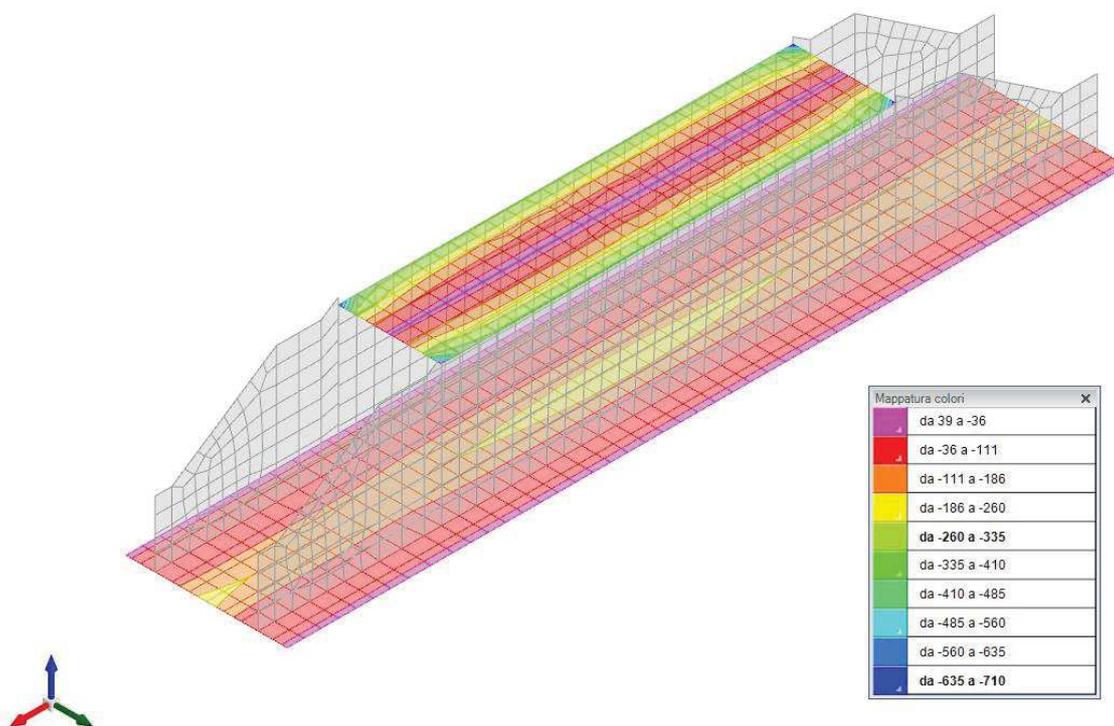


Figura 37 - Involuppo momento flettente Myy [kNm]

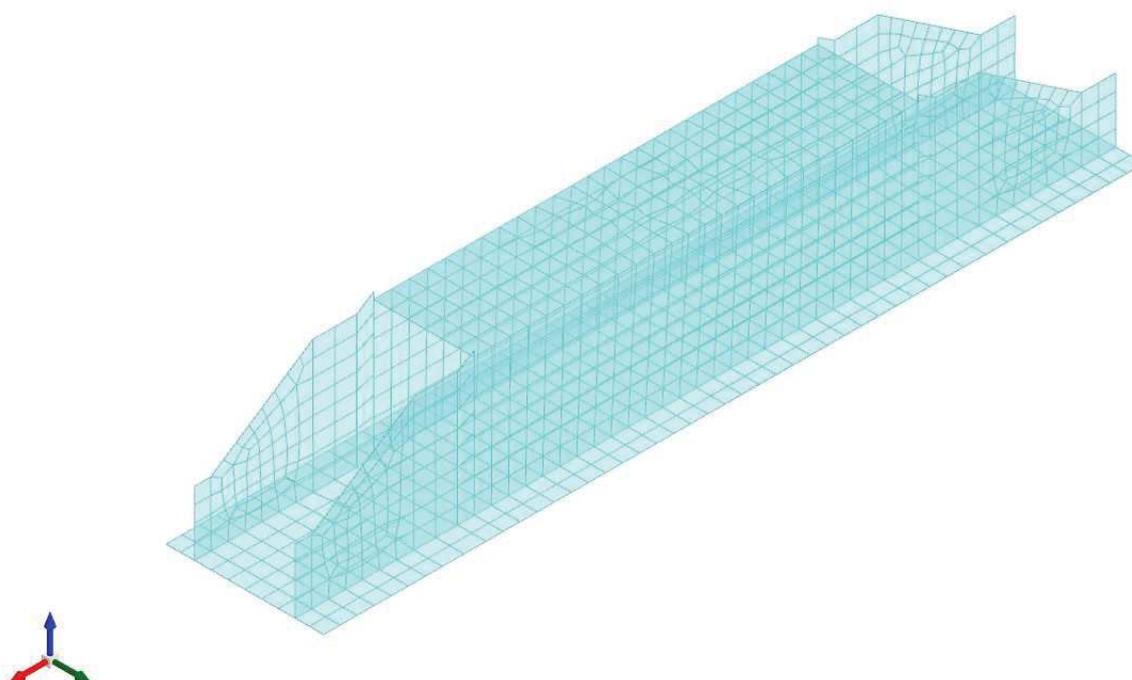


Figura 38 - Spostamenti condizione sisma X SLV

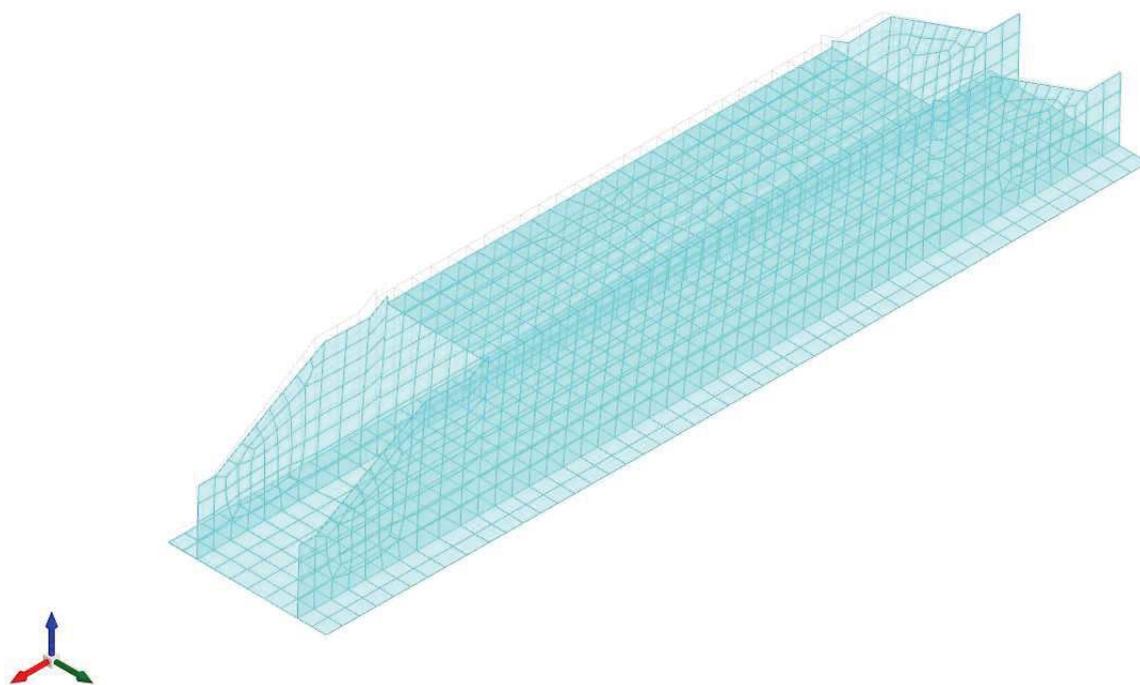


Figura 39 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

## 8.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 8.5.1 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.

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

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

*Es/Ec:* coefficiente di omogenizzazione.  
*af:* tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Verifiche SLU flessione nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1270	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 21	-450.0718	-296.7	-536.6727	-353.79	1.1924	Si
1432	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 23	-450.2671	-297.84	-536.9722	-355.19	1.1926	Si
1456	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 27	-433.7491	-228.76	-520.5607	-274.54	1.2001	Si
1294	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 25	-434.0087	-231.19	-521.2274	-277.65	1.201	Si
1271	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLV 25	-372.1675	-128.71	-494.2108	-170.91	1.3279	Si

*Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1431	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLD 7	-162.2655	-231.57	-342.847	-489.29	2.1129	Si
1295	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLD 9	-161.4512	-227.24	-341.3337	-480.42	2.1142	Si
1269	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLD 5	-162.083	-231.74	-343.1049	-490.55	2.1168	Si
1457	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLD 11	-161.2613	-227.66	-341.7497	-482.46	2.1192	Si
1432	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLD 23	-247.4054	-145.18	-527.1375	-309.33	2.1307	Si

*Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
1457	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLE RA 27	-86.4924	-249.29	-3296	19920	15	Si
1431	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLE RA 27	-86.164	-249.28	-3287	19920	15	Si
1269	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLE QP 3	-63.9639	-140.05	-2297	14940	15	Si
1457	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLE QP 3	-63.8259	-140.36	-2294	14940	15	Si
1295	X	0.5	0.6	0.001389	0.079	0.000785	0.08	SLE QP 3	-63.8043	-140.24	-2293	14940	15	Si

*Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi*

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	af	olim	Es/Ec	Verifica
1444	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-167.8702	-133.97	23075	360000	15	Si
1445	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-166.7643	-131	22968	360000	15	Si
1443	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-165.1559	-130.82	22723	360000	15	Si
1446	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 27	-163.4789	-131.59	22446	360000	15	Si
1284	X	1	0.6	0.002576	0.079	0.001571	0.08	SLE RA 33	-159.8034	-118.11	22172	360000	15	Si

*Verifiche SLE fessurazione nei nodi*

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 8.5.2 Verifiche pareti

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

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

*Sezione:* sezione impiegata

*Esistente:* campata esistente

*Secondaria:* campata secondaria

*Dissipativa:* campata dissipativa

*Sovraresistenza:* aliquota di sovraresistenza 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, cu*: deformazione ultima utilizzata per il calcestruzzo [‰]  
*ε, fk*: deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [‰]  
*C.S.*: coefficiente di sicurezza minimo  
*Nmin*: compressione massima [kN]  
*Nlim*: compressione limite [kN]  
*Comb.Nmin*: 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*: cotangente 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>]

## Parete 1

*Caratteristiche dei materiali*

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Sezioni rettangolari*

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1247 Prosp.A	Verticale	1	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
614 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1492	0.1492	0.074	0.074
605 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
604 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
606 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
1432 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2577	0.2577	0.0769	0.0769

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1456 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2576	0.2576	0.0769	0.0769
593 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
617 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
1444 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2549	0.2549	0.0768	0.0768
1445 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2576	0.2576	0.0769	0.0769
1446 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2576	0.2576	0.0769	0.0769
1443 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2576	0.2576	0.0769	0.0769
1447 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.2576	0.2576	0.0769	0.0769

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1247 Prosp.A	Verticale	SLV 23	189.0324	-140.94	189.5313	-141.31	1.0026	Si
614 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	302.8119	-98.16	305.6486	-99.08	1.0094	Si
605 Prosp.A	Verticale	SLU 86	6.6933	573.87	6.7606	579.65	1.0101	Si
604 Prosp.A	Verticale	SLU 86	6.7514	573.02	6.831	579.78	1.0118	Si
606 Prosp.A	Verticale	SLU 86	6.5698	572.52	6.653	579.77	1.0127	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1432 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	285.4867	-230.08	568.1647	-457.89	1.9902	Si
1456 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	277.8689	-223.52	567.7284	-456.68	2.0432	Si
614 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	164.1531	-133.08	348.3122	-282.37	2.1219	Si
593 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	164.0205	-117.1	355.8532	-254.05	2.1696	Si
617 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	163.6823	-117.55	356.2789	-255.86	2.1766	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
592 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Necessaria	0	SLV 21	-131.07	-50.25	149.7297	130.54	726.29	167.13	167.13	2.5	0.0012566	1.2751	Si
1138 Prosp.A	Orizzontale	0.486	0.5	Non necessaria	0	SLV 11	121.11	-80.41	-25.5182	133.2	718.92	164.56	164.56	2.5	0.0012566	1.3588	Si
1432 Prosp.A	Orizzontale	0.523	1	Necessaria	0.1	SLV 27	385.05	-327.33	530.053	300.68	1571.44	581.22	581.22	2.5	0.0025771	1.5095	Si
1456 Prosp.A	Orizzontale	0.523	1	Necessaria	0.1	SLV 23	357.21	-315.77	514.4848	299.14	1569.88	581.23	581.23	2.5	0.0025761	1.6271	Si
1247 Prosp.A	Orizzontale	0.523	1	Necessaria	0.1	SLV 23	355.33	-191.63	174.7869	273.35	1551.38	580.59	580.59	2.5	0.0023047	1.6339	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
1138 Prosp.A	Orizzontale	0.486	0.5	Non necessaria	0	SLD 11	75.38	-56.38	-10.2885	130.28	715.9	164.56	164.56	2.5	0.0012566	2.1831	Si
592 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 21	-73.93	-63.88	80.8502	132.22	728.02	167.13	167.13	2.5	0.0012566	2.2606	Si
1432 Prosp.A	Orizzontale	0.523	1	Non necessaria	0.1	SLD 27	198.48	-230.08	285.4867	287.96	1558.28	581.22	581.22	2.5	0.0025771	2.9283	Si
700 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 25	-53.79	-57.77	37.7628	131.46	727.24	167.13	167.13	2.5	0.0012566	3.1073	Si
1456 Prosp.A	Orizzontale	0.523	1	Non necessaria	0.1	SLD 23	184.72	-223.52	277.8689	287.07	1557.4	581.23	581.23	2.5	0.0025761	3.1465	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1444 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	170.2686	-214.49	No	-2659	19920	15	7.4909	Si
1445 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	170.2308	-207.14	No	-2643	19920	15	7.5362	Si
1446 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	169.1749	-198.91	No	-2617	19920	15	7.6129	Si
1443 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	166.61	-207.42	No	-2594	19920	15	7.6794	Si
1447 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.1567	-185.09	No	-2527	19920	15	7.8819	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1446 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	169.1749	-198.91	No	22076	360000	15	16.3074	Si
1445 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	170.2308	-207.14	No	22059	360000	15	16.3199	Si
1444 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	170.2686	-214.49	No	21945	360000	15	16.4049	Si
1447 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	164.1567	-185.09	No	21596	360000	15	16.6694	Si
1443 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	166.61	-207.42	No	21486	360000	15	16.7552	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Parete 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1220 Prosp.A	Verticale	1	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
587 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1492	0.1492	0.074	0.074
578 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
579 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
577 Prosp.A	Verticale	0.7875	0.6	0.077	0.077	0.057	0.057
1270 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3582	0.2577	0.0789	0.0792
1294 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3581	0.2576	0.0789	0.0792
566 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
590 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
1284 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3581	0.2576	0.0789	0.0792
1283 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3581	0.2576	0.0789	0.0792
1282 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3554	0.2549	0.0789	0.0792
1285 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3581	0.2576	0.0789	0.0792
1281 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.3581	0.2576	0.0789	0.0792

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1220 Prosp.A	Verticale	SLV 21	-188.9817	-140.47	-189.4083	-140.79	1.0023	Si
587 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-302.8256	-98.11	-305.6486	-99.02	1.0093	Si
578 Prosp.A	Verticale	SLU 86	-8.2244	567.79	-8.3204	574.41	1.0117	Si
579 Prosp.A	Verticale	SLU 86	-8.1619	567.06	-8.2635	574.12	1.0125	Si
577 Prosp.A	Verticale	SLU 86	-8.2169	566.24	-8.3386	574.63	1.0148	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1270 Prosp.A	Orizzontale	SLD 25	-285.3017	-227.39	-569.7648	-454.11	1.9971	Si
1294 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	-277.9595	-225.56	-571.7188	-463.95	2.0568	Si
587 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-164.172	-133.05	-348.291	-282.27	2.1215	Si
566 Prosp.A	Orizzontale	SLD 27	-164.028	-116.96	-355.7681	-253.67	2.1689	Si
590 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-163.6676	-117.61	-356.3215	-256.05	2.1771	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
565 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Necessaria	0	SLV 23	131.04	-50.27	-	130.54	726.29	167.13	167.13	2.5	0.0012566	1.2754	Si
1111 Prosp.A	Orizzontale	0.486	0.5	Non necessaria	0	SLV 9	-116.58	-82.27	24.374	133.42	719.15	164.56	164.56	2.5	0.0012566	1.4116	Si
1270 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Necessaria	0.1	SLV 25	-383.56	-323.22	-	299.41	1563.85	578.62	578.62	2.5	0.0025771	1.5085	Si
1294 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Necessaria	0.1	SLV 21	-357.53	-318.89	-	298.81	1563.27	578.62	578.62	2.5	0.0025761	1.6184	Si
1220 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Necessaria	0.1	SLV 21	-355.63	-190.75	-	282.12	1546.01	578.62	578.62	2.5	0.0025761	1.627	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
565 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 23	73.92	-63.84	-80.8738	132.21	728.02	167.13	167.13	2.5	0.0012566	2.261	Si
1111 Prosp.A	Orizzontale	0.486	0.5	Non necessaria	0	SLD 9	-72.33	-57.75	9.285	130.45	716.07	164.56	164.56	2.5	0.0012566	2.2752	Si
1270 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Non necessaria	0.1	SLD 25	-197.66	-227.39	-	286.93	1550.94	578.62	578.62	2.5	0.0025771	2.9274	Si
673 Prosp.A	Orizzontale	0.493	0.5	Non necessaria	0	SLD 27	54.12	-57.6	-37.6029	131.44	727.22	167.13	167.13	2.5	0.0012566	3.0879	Si
1294 Prosp.A	Orizzontale	0.521	1	Non necessaria	0.1	SLD 21	-185.01	-225.56	-	286.66	1550.7	578.62	578.62	2.5	0.0025761	3.1275	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1284 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-160.0388	-228.93	No	-2416	19920	15	8.2446	Si
1283 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-159.9107	-225.35	No	-2410	19920	15	8.2672	Si
1282 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-159.3974	-220.69	No	-2400	19920	15	8.2989	Si
1285 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-157.5248	-213.69	No	-2362	19920	15	8.4332	Si
1281 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-156.8351	-207.11	No	-2344	19920	15	8.4984	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1282 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-159.3974	-220.69	No	19205	360000	15	18.7448	Si
1283 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-159.9107	-225.35	No	19141	360000	15	18.8074	Si
1281 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-156.8351	-207.11	No	19085	360000	15	18.8633	Si
1284 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-160.0388	-228.93	No	19081	360000	15	18.8672	Si
1285 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-157.5248	-213.69	No	19042	360000	15	18.9059	Si

Muro ala 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
542 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
536 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
562 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
563 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
564 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
552 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.6	0.1257	0.1257	0.1068	0.1068
551 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074
620 Prosp.A	Orizzontale	1	0.6	0.1571	0.1571	0.074	0.074

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
542 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	305.0727	-54.02	309.4281	-54.8	1.0143	Si
536 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	298.4363	-45.31	307.5017	-46.68	1.0304	Si
562 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	297.995	-77.85	315.9839	-82.55	1.0604	Si
563 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	293.2816	-65.35	312.9623	-69.74	1.0671	Si
564 Prosp.A	Orizzontale	SLV 21	287.2196	-63.86	312.9238	-69.58	1.0895	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
542 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	154.6536	-78.61	336.7137	-171.16	2.1772	Si
536 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	150.0458	-63.65	329.3827	-139.72	2.1952	Si
562 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	159.7792	-107.43	351.8276	-236.55	2.202	Si
563 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	155.1022	-92.24	344.5204	-204.88	2.2212	Si
564 Prosp.A	Orizzontale	SLD 21	148.9296	-89.26	344.9569	-206.75	2.3162	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
542 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-198.05	-54.02	305.0727	226.32	1542.91	117.85	226.32	2.5	0.0015708	1.1427	Si
536 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-187.45	-45.31	298.4363	225.17	1541.72	117.85	225.17	2.5	0.0015708	1.2012	Si
628 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-180.86	-46.28	220.2268	225.3	1541.85	117.85	225.3	2.5	0.0015708	1.2457	Si
551 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-173.9	-52.29	262.4677	226.09	1542.67	117.85	226.09	2.5	0.0015708	1.3001	Si
626 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 21	-157.14	-53.29	265.8662	225.05	1542.81	144.27	225.05	2.5	0.0014649	1.4321	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
542 Prosp.A	Orizzontale	0,526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-103,94	-78,61	154,6536	229,55	1546,25	117,85	229,55	2,5	0,0015708	2,2084	Si
536 Prosp.A	Orizzontale	0,526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-99,15	-63,65	150,0458	227,58	1544,22	117,85	227,58	2,5	0,0015708	2,2953	Si
551 Prosp.A	Orizzontale	0,526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-94,69	-68,02	131,3745	228,16	1544,81	117,85	228,16	2,5	0,0015708	2,4095	Si
628 Prosp.A	Orizzontale	0,526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-94,46	-66,81	109,4015	228	1544,65	117,85	228	2,5	0,0015708	2,4138	Si
626 Prosp.A	Orizzontale	0,526	1	Non necessaria	0	SLD 21	-80,72	-77,08	135,7397	228,18	1546,04	144,27	228,18	2,5	0,0014649	2,8269	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
536 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	123,8337	-124,32	No	-2013	19920	15	9,8977	Si
536 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	89,3601	-114,96	No	-1491	14940	15	10,0179	Si
542 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	118,8492	-143,42	No	-1969	19920	15	10,1177	Si
542 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	85,6035	-134,01	No	-1466	14940	15	10,1942	Si
552 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 14	58,3991	-86,47	No	-1922	19920	15	10,3641	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
536 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	123,1586	-54,41	No	19198	360000	15	18,7521	Si
552 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	56,9611	-5,26	No	18128	360000	15	19,8585	Si
542 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	119,0253	-73,72	No	18064	360000	15	19,9295	Si
551 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	109,8323	-28,08	No	17594	360000	15	20,4611	Si
620 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 12	103,3911	-39,48	No	16260	360000	15	22,1398	Si

## Muro ala 2

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
537 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
539 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
556 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
557 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
558 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
547 Prosp.A	Orizzontale	0,5	0,6	0,1257	0,1257	0,1068	0,1068
546 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1571	0,1571	0,074	0,074
623 Prosp.A	Orizzontale	1	0,6	0,1527	0,1527	0,074	0,074

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
537 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-306,7431	-53,92	-309,3325	-54,38	1,0084	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-296,13	-45,12	-307,5398	-46,86	1,0385	Si
556 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-297,8383	-77,89	-316,0033	-82,64	1,061	Si
557 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-293,1067	-65,41	-312,9816	-69,85	1,0678	Si
558 Prosp.A	Orizzontale	SLV 23	-287,0307	-63,87	-312,9238	-69,63	1,0902	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
537 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-155,5263	-78,54	-336,4075	-169,88	2,163	Si
556 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-159,6891	-107,53	-351,9331	-236,98	2,2039	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-148,8369	-63,42	-329,5434	-140,41	2,2141	Si
557 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-155,0071	-92,36	-344,6451	-205,36	2,2234	Si
558 Prosp.A	Orizzontale	SLD 23	-148,8273	-89,35	-345,0609	-207,16	2,3185	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
558 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	215.51	-69.09	-284.935	228.3	1544.96	161.79	228.3	2.5	0.0015708	1.0594	Si
537 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	200.92	-53.92	-306.7431	226.3	1542.89	117.85	226.3	2.5	0.0015708	1.1264	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLV 23	184.19	-45.12	-296.13	225.15	1541.7	117.85	225.15	2.5	0.0015708	1.2224	Si
629 Prosp.A	Orizzontale	0.522	1	Non necessaria	0	SLV 23	180.46	-46.04	-220.7922	224.4	1529.78	116.93	224.4	2.5	0.0015708	1.2435	Si
666 Prosp.A	Orizzontale	0.524	1	Non necessaria	0	SLV 23	173.83	-59	-150.8981	225.13	1537.28	161.13	225.13	2.5	0.0015235	1.2951	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
558 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	113.85	-95.57	-147.4249	231.78	1548.56	161.79	231.78	2.5	0.0015708	2.0358	Si
537 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	105.44	-78.54	-155.5263	229.54	1546.24	117.85	229.54	2.5	0.0015708	2.177	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	97.42	-63.42	-148.8369	227.55	1544.18	117.85	227.55	2.5	0.0015708	2.3357	Si
629 Prosp.A	Orizzontale	0.522	1	Non necessaria	0	SLD 23	94.24	-66.45	-109.6974	227.07	1532.54	116.93	227.07	2.5	0.0015708	2.4093	Si
546 Prosp.A	Orizzontale	0.526	1	Non necessaria	0	SLD 23	94.54	-67.89	-131.4252	228.14	1544.79	117.85	228.14	2.5	0.0015708	2.4132	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
537 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-123.8573	-145.28	No	-2045	19920	15	9.7393	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-125.6706	-123.96	No	-2039	19920	15	9.7694	Si
537 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-86.5005	-134.2	No	-1479	14940	15	10.1013	Si
539 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 3	-88.2925	-114.69	No	-1475	14940	15	10.1274	Si
547 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 27	-59.9844	-85.27	No	-1964	19920	15	10.1441	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
539 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-124.9283	-53.93	No	19503	360000	15	18.4587	Si
537 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-124.0492	-74.95	No	18870	360000	15	19.0781	Si
547 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-58.5647	-4.31	No	18688	360000	15	19.264	Si
546 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-112.8856	-26.54	No	18137	360000	15	19.8486	Si
623 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 25	-103.503	-38.42	No	16359	360000	15	22.0065	Si

### 8.5.3 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.

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Verifica: stato di verifica.

$\sigma_c$ : tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

$\sigma_{lim}$ : tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

$\sigma_f$ : tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
520	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	6.1263	559.67	6.5825	601.35	1.0745	Si
424	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	14.678	1103.3	15.9223	1196.82	1.0848	Si
39	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 73	6.2567	552.73	6.8017	600.88	1.0871	Si
472	Y	1	1	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 86	8.4816	1113.2	9.2229	1210.5	1.0874	Si
493	Y	0.5	1	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 86	2.798	557.77	3.0545	608.89	1.0916	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
123	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 27	189.9779	-165.04	815.1808	-708.19	4.2909	Si
122	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 27	189.9411	-164.97	815.0745	-707.91	4.2912	Si
412	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 25	189.9478	-165.02	815.1934	-708.22	4.2917	Si
411	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 25	189.9271	-164.97	815.1051	-707.99	4.2917	Si
121	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLD 23	189.9386	-165	815.1648	-708.14	4.2917	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
267	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 1	-132.5782	-106.62	-825	14940	15	Si
290	X	0.5	1	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 3	-62.1083	-77.06	-825	14940	15	Si
265	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 1	-132.5199	-106.61	-825	14940	15	Si
268	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 1	-132.4259	-106.64	-824	14940	15	Si
264	X	1	1	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 1	-132.2535	-106.62	-823	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	$\sigma_f$	$\sigma_{lim}$	Es/Ec	Verifica
507	Y	0.5	1	0.001389	0.059	0.001288	0.059	SLE RA 20	5.5207	516.79	15179	360000	15	Si
506	Y	0.5	1	0.001389	0.059	0.001288	0.059	SLE RA 20	5.5137	515.89	15153	360000	15	Si
508	Y	0.5	1	0.001389	0.059	0.001288	0.059	SLE RA 20	5.4364	516.11	15149	360000	15	Si
505	Y	0.5	1	0.001389	0.059	0.001288	0.059	SLE RA 20	5.4111	515.29	15122	360000	15	Si
411	Y	1	1	0.002576	0.059	0.002576	0.059	SLE RA 20	12.799	1024.03	15121	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 8.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 1.00 m, con larghezza pari a 7.20 m e sviluppo di 35.80 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 6.10 m circa.

### 8.6.1 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 192240 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:  $k = 192244$  kN/m<sup>3</sup>. Pertanto in sede di modellazione è stato assunto un valore della costante di sottofondo pari a 192240 kN/m<sup>3</sup>.

### 8.6.2 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 Aoc1. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

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

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="35,80"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="1,00"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="6,10"/>	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	<input type="text" value="0"/>	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

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

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

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

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	<input type="text" value="7,20"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="35,80"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="257,76"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\phi' =$	<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="75"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	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="115,90"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

$k =$	0,85	Fattore di profondità
$m_b =$	1,83	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
$m_l =$	1,17	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
$m =$	1,83	Parametro di forma complessivo
$N_c =$	25,80	Fattori di capacità portante
$N_q =$	14,72	
$N_\gamma =$	14,59	
$s_c =$	1,10	Fattori di forma
$s_q =$	1,09	
$s_\gamma =$	0,94	
$b_c =$	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
$b_q =$	1,00	
$b_\gamma =$	1,00	
$i_c =$	1,00	Fattori di inclinazione del carico
$i_q =$	1,00	
$i_\gamma =$	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

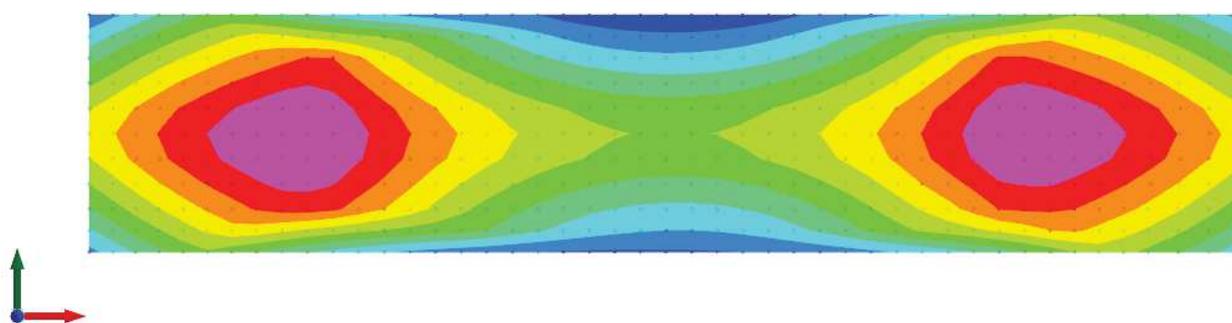
Condizioni drenate ▼

F.S. =	2,3	Fattore di sicurezza
$q_{LIM} =$	3231,117 kN/m <sup>2</sup>	Pressione limite
$q_{R,D} =$	1404,83 kN/m <sup>2</sup>	Pressione resistente di progetto

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

	da -204 a -211
	da -211 a -217
	da -217 a -224
	da -224 a -230
	da -230 a -237
	da -237 a -243
	da -243 a -250
	da -250 a -256
	da -256 a -263
	da -263 a -270



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

## 9.TOMBINI MINORI - POZZETTO

### 9.1 GEOMETRIA DELL'OPERA

I tombini minori, costituiti da un tubo in cls vibrocompresso  $\Phi 1000$  prefabbricata, prevedono la realizzazione di un pozzetto quadrato in c.a. gettato in opera all'estremità, di dimensioni interne 2.50x2.50 m e di altezza pari a 2.70 m.

Il pozzetto, quasi completamente interrato, presenta pareti e fondazione di spessore pari a 40 cm, mentre la copertura è costituita da un grigliato tipo keller in acciaio zincato.

Le parti prefabbricate (tombino) sono fornite e calcolate dal produttore delle stesse. Il prefabbricatore fornisce disegni esecutivi e relazioni di calcolo delle strutture dei manufatti, con indicazione di materiali, dimensioni ed armature.

Pertanto per la relazione di calcolo dei tombini si rimanda alla documentazione fornita dal prefabbricatore prima della messa in opera. La presente relazione si riferisce esclusivamente alle opere in c.a. gettato in opera.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

### 9.2 ANALISI DEI CARICHI

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>
- acqua 10 kN/m<sup>3</sup>

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

#### 9.2.1 Copertura tombino

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Grigliato di copertura (acciaio - piatto 30x2 maglia 22x66) .....	<u>2.00 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>2k</sub></b>	<b>2.00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### 9.2.2 Platea tombino

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

Peso dell'acqua (H <sub>max</sub> = 2.70 m) .....	<u>27.00 kN/m<sup>2</sup></u>
<b>Carico permanente non strutturale totale G<sub>2k</sub></b>	<b>27.00 kN/m<sup>2</sup></b>

### 9.2.3 Azione della temperatura

Per gli effetti della temperatura si tiene conto di quanto prescritto al §3.5.5 delle NTC2018, che affermano che nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II.

Per gli effetti della temperatura, in linea con quanto previsto dalle norme tecniche, sono state considerate le seguenti variazioni termiche:

Tab. 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15$ °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10$ °C
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25$ °C
Strutture in acciaio protette	$\pm 15$ °C

Pertanto, essendo la struttura interrata e quindi protetta nei confronti delle variazioni termiche, è stata applicata a tutti gli elementi strutturali una variazione di temperatura uniforme di 10°C.

### 9.2.4 Spinta del terreno sulle pareti

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

$\gamma_k = 19,0$  kN/m<sup>3</sup> peso di volume caratteristico;

$\varphi'_k = 35$  ° angolo di operativo attrito caratteristico.

Considerando che le strutture in esame non sono in grado di subire spostamenti sufficienti alla mobilitazione della spinta attiva le azioni agenti sulle stesse verranno calcolate per mezzo del coefficiente di spinta in quiete.

Nel calcolo delle spinte si è tenuto conto di un sovraccarico accidentale sul terreno di 20 kN/m<sup>2</sup>.

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

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

**GEOMETRIA MURO E RINTERRO**

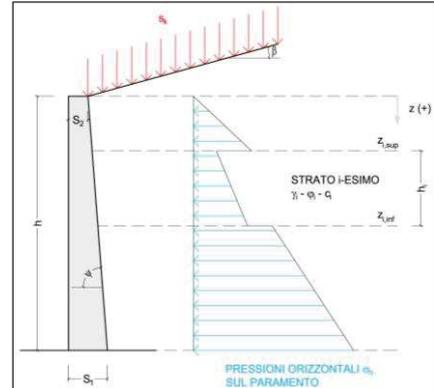
$\gamma_M =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0,4	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0,4	m	Spessore in testa
$h_1 =$	0,4	m	Altezza suola fondazione
$h =$	2,7	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	3,1	m	Altezza totale muro

**MODALITA' DI SPINTA**

Spinta in quiete

**PARAMETRI SISMICI**

C Categoria suolo  
**T1 - Superficie pianeggianti, 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



$a_g =$	0,140	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_p =$	2,600		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_p =$	0,335	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_c =$	1,506		Coefficiente che modifica il valore del periodo $T_c$
$S_1 =$	1,482		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_2 =$	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S_3 =$	1,482		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0,207	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{rs} =$	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_h =$	0,207		Coefficiente sismico orizzontale
$k_v =$	0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_v =$	-0,103		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_h =$	10,61	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_b =$	12,98	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

**SOVRACCARICHI SUL RINTERRO**

$q_{1k}$	$q_{2k}$	$q_{3k}$	
0	0	20	kN/m <sup>2</sup>
$s_{q1k}$	$s_{q2k}$	$s_{q3k}$	
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	-
1	1,3	1,3	-
1	1	1	1

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

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

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

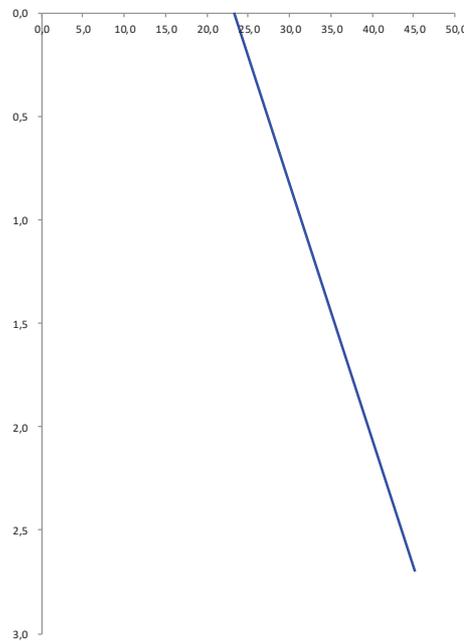
Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV  
 Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

**CARATTERISTICHE STRATI TERRENO**

Strato	$z_{sup}$ [m]	$z_{inf}$ [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$\delta_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_s$ [°]	$\delta_s$ [°]	$c_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	2,70	2,70	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
2	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
3	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
4	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
5	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
6	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
7	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
8	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
9	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513
10	2,70	2,70	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	19,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,386	0,419	19,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,475	0,513

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	$z_{sup} / z_{min}$ [m]	$k_{hd}$ [-]	Tensione verticale illostatica $\sigma_{vd}$ [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 $\sigma_{totale}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
			$\sigma_{vd}$	$\sigma_{vd}$										
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	23,31
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
2	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
3	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
4	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
5	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
6	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
7	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
8	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
9	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
10	2,70	0,43	51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18
	2,70		51,3	21,88	0,00	0,00	0,00	8,53	2,07	12,18	0,00	0,00	0,53	45,18



## 9.3 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 9.3.1 Condizioni di carico

Con riferimento al D.M. 17 gennaio 2018 le condizioni di carico prese in considerazione saranno le seguenti:

Descrizione	Durata	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Pesi strutturali	Permanente			
Permanenti portati	Permanente			
Sovr accidentale terreno	Media	0.7	0.5	0.3
Sisma terreno X sx	Istantaneo	0	0	0
Sisma terreno X dx	Istantaneo	0	0	0
Sisma terreno Y sx	Istantaneo	0	0	0
Sisma terreno Y dx	Istantaneo	0	0	0
$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0
Sisma X SLV				
Sisma Y SLV				
Sisma Z SLV				
Eccentricità Y per sisma X SLV				
Eccentricità X per sisma Y SLV				
Sisma X SLD				
Sisma Y SLD				
Sisma Z SLD				
Eccentricità Y per sisma X SLD				
Eccentricità X per sisma Y SLD				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				

### 9.3.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono state elaborate tenendo conto di quanto riportato nel D.M.17 gennaio 2018.

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

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

- 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:

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

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

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

- 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.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	$\Delta T$
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0	1.5
3	SLU 3	1	0.8	1.05	0	0	0	0	1.5
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0	0	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.5	0	0	0	0	0.9
6	SLU 6	1	1.5	0	0	0	0	0	0
7	SLU 7	1	1.5	0	0	0	0	0	1.5
8	SLU 8	1	1.5	1.05	0	0	0	0	1.5
9	SLU 9	1	1.5	1.5	0	0	0	0	0
10	SLU 10	1	1.5	1.5	0	0	0	0	0.9
11	SLU 11	1.3	0.8	0	0	0	0	0	0
12	SLU 12	1.3	0.8	0	0	0	0	0	1.5
13	SLU 13	1.3	0.8	1.05	0	0	0	0	1.5
14	SLU 14	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0	0
15	SLU 15	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0	0.9
16	SLU 16	1.3	1.5	0	0	0	0	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	0	0	0	0	0	1.5
18	SLU 18	1.3	1.5	1.05	0	0	0	0	1.5

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0.9
21	SLU 21	1	0.8	0	0	0	0	0	-1.5
22	SLU 22	1	0.8	1.05	0	0	0	0	-1.5
23	SLU 23	1	0.8	1.5	0	0	0	0	-0.9
24	SLU 24	1	1.5	0	0	0	0	0	-1.5
25	SLU 25	1	1.5	1.05	0	0	0	0	-1.5
26	SLU 26	1	1.5	1.5	0	0	0	0	-0.9
27	SLU 27	1.3	0.8	0	0	0	0	0	-1.5
28	SLU 28	1.3	0.8	1.05	0	0	0	0	-1.5
29	SLU 29	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0	-0.9
30	SLU 30	1.3	1.5	0	0	0	0	0	-1.5
31	SLU 31	1.3	1.5	1.05	0	0	0	0	-1.5
32	SLU 32	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	-0.9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	1	1	0.7	0	0	0	0	-1
5	SLE RA 5	1	1	0.7	0	0	0	0	1
6	SLE RA 6	1	1	1	0	0	0	0	-0.6
7	SLE RA 7	1	1	1	0	0	0	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	0	0	0	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0	0.5
4	SLE FR 4	1	1	0.3	0	0	0	0	-0.5
5	SLE FR 5	1	1	0.3	0	0	0	0	0.5
6	SLE FR 6	1	1	0.5	0	0	0	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.3	0	0	0	0	0

Famiglia SLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLO 1	1	1	0.3	1	1	1	1	0
2	SLO 2	1	1	0.3	1	1	1	1	0
3	SLO 3	1	1	0.3	1	1	1	1	0
4	SLO 4	1	1	0.3	1	1	1	1	0
5	SLO 5	1	1	0.3	1	1	1	1	0
6	SLO 6	1	1	0.3	1	1	1	1	0
7	SLO 7	1	1	0.3	1	1	1	1	0
8	SLO 8	1	1	0.3	1	1	1	1	0
9	SLO 9	1	1	0.3	1	1	1	1	0
10	SLO 10	1	1	0.3	1	1	1	1	0
11	SLO 11	1	1	0.3	1	1	1	1	0
12	SLO 12	1	1	0.3	1	1	1	1	0
13	SLO 13	1	1	0.3	1	1	1	1	0
14	SLO 14	1	1	0.3	1	1	1	1	0
15	SLO 15	1	1	0.3	1	1	1	1	0
16	SLO 16	1	1	0.3	1	1	1	1	0

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

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

Nome	Nome breve	X SLO	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
16	SLO 16	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLD 1	1	1	0.3	1	1	1	1	0
2	SLD 2	1	1	0.3	1	1	1	1	0
3	SLD 3	1	1	0.3	1	1	1	1	0
4	SLD 4	1	1	0.3	1	1	1	1	0
5	SLD 5	1	1	0.3	1	1	1	1	0
6	SLD 6	1	1	0.3	1	1	1	1	0
7	SLD 7	1	1	0.3	1	1	1	1	0
8	SLD 8	1	1	0.3	1	1	1	1	0
9	SLD 9	1	1	0.3	1	1	1	1	0
10	SLD 10	1	1	0.3	1	1	1	1	0
11	SLD 11	1	1	0.3	1	1	1	1	0
12	SLD 12	1	1	0.3	1	1	1	1	0
13	SLD 13	1	1	0.3	1	1	1	1	0
14	SLD 14	1	1	0.3	1	1	1	1	0
15	SLD 15	1	1	0.3	1	1	1	1	0
16	SLD 16	1	1	0.3	1	1	1	1	0

Nome	Nome breve	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovr accidentale terreno	Sisma terreno X sx	Sisma terreno X dx	Sisma terreno Y sx	Sisma terreno Y dx	ΔT
1	SLV 1	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
2	SLV 2	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
3	SLV 3	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
4	SLV 4	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
5	SLV 5	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
6	SLV 6	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
7	SLV 7	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
8	SLV 8	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
9	SLV 9	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
10	SLV 10	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
11	SLV 11	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
12	SLV 12	1	1	0.3	0.3	0.3	1	1	0
13	SLV 13	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
14	SLV 14	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
15	SLV 15	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0
16	SLV 16	1	1	0.3	1	1	0.3	0.3	0

Nome	Nome breve	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV	Tr z SLV
1	SLV 1	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

## 9.4 RISULTATI DELL'ANALISI

### 9.4.1 Modellazione: Input

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

#### 1 Dati generali DB

##### 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>]

*v:* coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

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

*α:* coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	v	y	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>]

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

*v:* coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

*α:* coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

*Livello di conoscenza:* indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 SC8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

2 Dati di definizione

2.1 Preferenze commessa

2.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	IV
Vr	100
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z	Solo se Ag >= 0.15 g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Roma, Fonte Di Papa; Latitudine ED50 42,0613° (42° 3' 41"); Longitudine ED50 12,5814° (12° 34' 53"); Altitudine s.l.m.
423,15 m.	
Categoria del suolo terreni	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o  a grana fina mediamente consistenti T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°
Categoria topografica	
Ss orizzontale SLO	1.5
Tb orizzontale SLO	0.147
Tc orizzontale SLO	0.442
Td orizzontale SLO	1.827
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.153
Tc orizzontale SLD	0.458
Td orizzontale SLD	1.871
Ss orizzontale SLV	1.4823
Tb orizzontale SLV	0.168
Tc orizzontale SLV	0.504
Td orizzontale SLV	2.158
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	60.21
Ag/g SLO	0.0568
Fo SLO	2.561
Tc* SLO	0.275
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	101
Ag/g SLD	0.0677
Fo SLD	2.578
Tc* SLD	0.29
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	949.12
Ag/g SLV	0.1395
Fo SLV	2.6
Tc* SLV	0.335
Smorzamento viscoso (%)	5
Classe di duttilità	Non dissipativa
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	4
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	Si
Edificio C.A.	Si
Edificio esistente	No
Altezza costruzione	1.1
T1,x	0.17366
T1,y	0.17371
λ SLO,x	1
λ SLO,y	1
λ SLD,x	1
λ SLD,y	1
λ SLV,x	1
λ SLV,y	1
Numero modi	50
Metodo di Ritz	applicato
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005

Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per 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
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

## 2.2 Preferenze di verifica

### 2.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica  
Cemento armato  
Legno  
Acciaio

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)  
Preferenze analisi di verifica in stato limite  
Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)  
Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### 2.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
$\gamma_s$ (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 $\sigma_t/f_{yk}$ 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	0.0002 [m]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4	0.0003 [m]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4	0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No

### 2.2.3 Normativa di verifica legno

$\gamma$ combinazioni fondamentali massiccio	1.5
$\gamma$ combinazioni fondamentali lamellare	1.45
$\gamma$ combinazioni fondamentali unioni	1.5
$\gamma$ combinazioni eccezionali	1
$\gamma$ combinazioni esercizio	1
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9
Kmod durata breve, classe 1	0.9
Kmod durata breve, classe 2	0.9
Kmod durata breve, classe 3	0.7
Kmod durata media, classe 1	0.8
Kmod durata media, classe 2	0.8
Kmod durata media, classe 3	0.65
Kmod durata lunga, classe 1	0.7
Kmod durata lunga, classe 2	0.7
Kmod durata lunga, classe 3	0.55
Kmod durata permanente, classe 1	0.6
Kmod durata permanente, classe 2	0.6
Kmod durata permanente, classe 3	0.5
Kdef classe 1	0.6
Kdef classe 2	0.8
Kdef classe 3	2

2.2.4 Normativa di verifica acciaio

ym0	1.05
ym1	1.05
ym2	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr	automatico
Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	no

2.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8[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 deformazione a taglio delle piastre	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	Intel MKL PARDISO
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

2.4 Moltiplicatori inerziali

*Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.*

*J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.*

*J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.*

*Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.*

*A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.*

*A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.*

*A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.*

*Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.*

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

### 2.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

### 2.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

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]

### 2.2.5 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		
TERRENO_FONDAZIONE	Pesi strutturali	27	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Sovr accidentale terreno	0	Verticale
	Sisma terreno X sx	0	Verticale
	Sisma terreno X dx	0	Verticale
	Sisma terreno Y sx	0	Verticale
	Sisma terreno Y dx	0	Verticale
COPERTURA	Pesi strutturali	0	Verticale
	Permanenti portati	2	Verticale
	Sovr accidentale terreno	0	Verticale
	Sisma terreno X sx	0	Verticale
	Sisma terreno X dx	0	Verticale
	Sisma terreno Y sx	0	Verticale
	Sisma terreno Y dx	0	Verticale

### 2.2.6 Definizioni di carichi potenziali

*Nome:* nome identificativo della definizione di carico.

*Valori:* valori associati alle condizioni di carico.

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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 pareti normale X+	Pesi strutturali	21.88	0	0	2.7
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Sovr accidentale terreno	8.53	0	8.53	2.7
	Sisma terreno X sx	12.2	0	12.2	2.7
	Sisma terreno X dx	0	0	0	2.7
	Sisma terreno Y sx	0	0	0	0
	Sisma terreno Y dx	0	0	0	0
Spinta pareti normale X-	Pesi strutturali	21.88	0	0	2.7
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Sovr accidentale terreno	8.53	0	8.53	2.7
	Sisma terreno X sx	0	0	0	0
	Sisma terreno X dx	12.2	0	12.2	2.7
	Sisma terreno Y sx	0	0	0	0
	Sisma terreno Y dx	0	0	0	0
Spinta pareti normale Y+	Pesi strutturali	21.88	0	0	2.7
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Sovr accidentale terreno	8.53	0	8.53	2.7
	Sisma terreno X sx	0	0	0	0
	Sisma terreno X dx	0	0	0	0
	Sisma terreno Y sx	12.2	0	12.2	2.7
	Sisma terreno Y dx	0	0	0	0
Spinta pareti normale Y-	Pesi strutturali	21.88	0	0	2.7
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Sovr accidentale terreno	8.53	0	8.53	2.7
	Sisma terreno X sx	0	0	0	0
	Sisma terreno X dx	0	0	0	0
	Sisma terreno Y sx	0	0	0	0
	Sisma terreno Y dx	12.2	0	12.2	2.7

### 2.2.6 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

$\Delta T$  faccia interna: variazione di temperatura della faccia interna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

$\Delta T$  faccia esterna: variazione di temperatura della faccia esterna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

Nome	$\Delta T$ faccia interna	$\Delta T$ faccia esterna
Temperatura	10	10

### 2.3 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]

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0,4
L2	Piano 1	2,7	0

2.3.2 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	135 - Piano 1	1,35	Piano 1

Rappresentazione grafica modello input

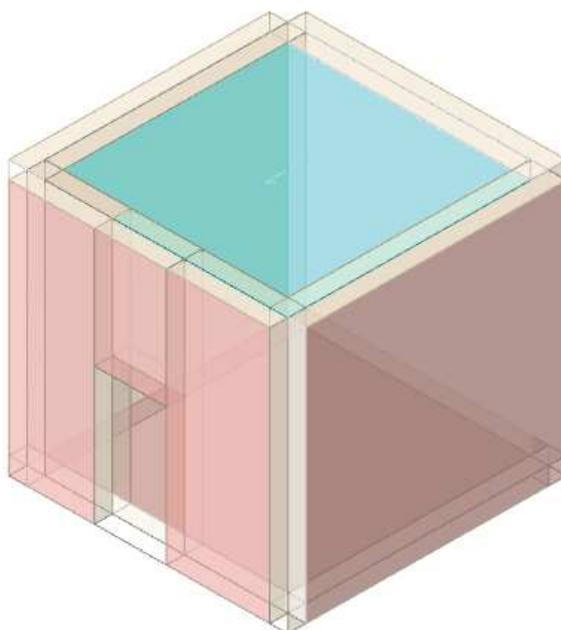


Figura 40 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

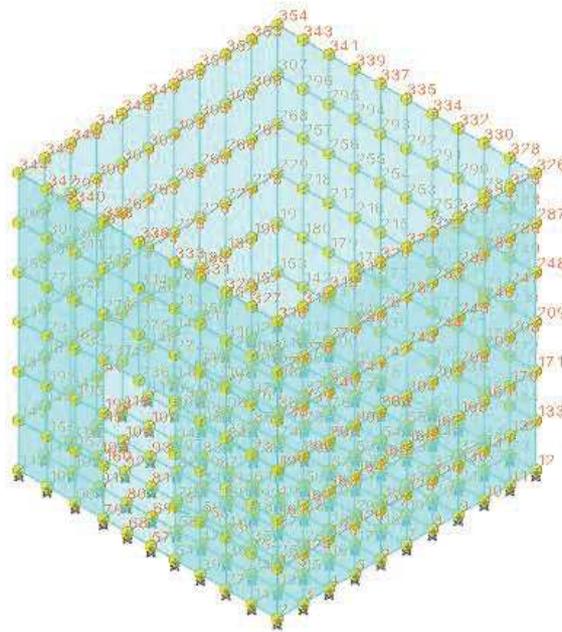


Figura 41 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo – Numerazione NODI

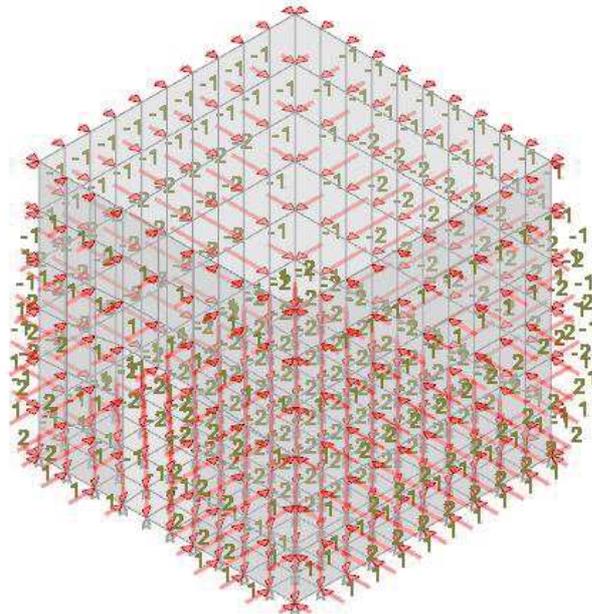


Figura 42 - Condizione permanenti strutturali

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

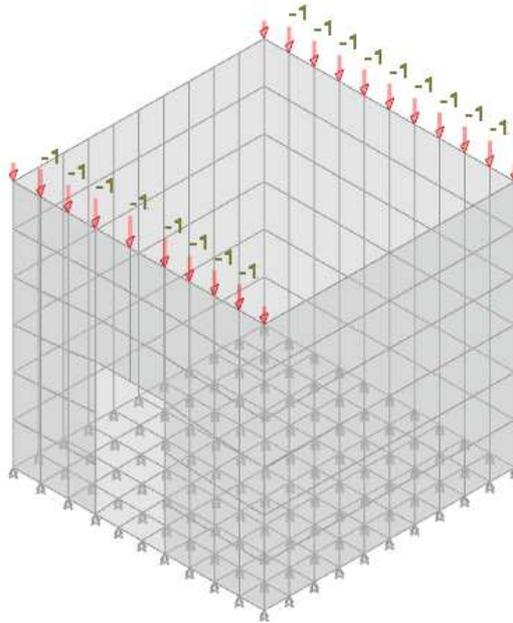


Figura 43 - Condizione permanenti NON strutturali

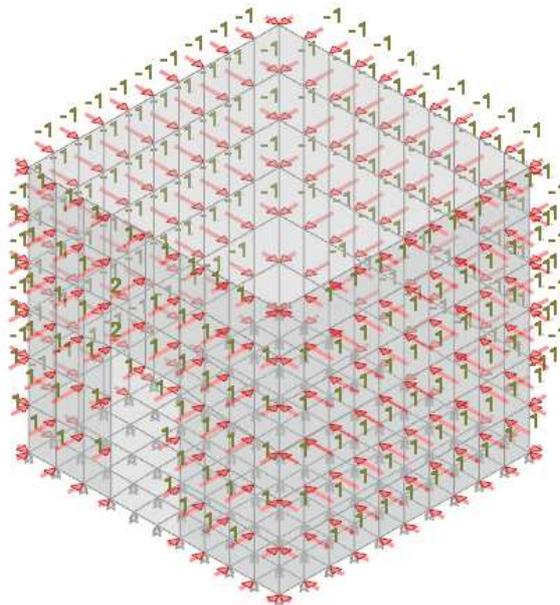


Figura 44 - Condizione Spinta Sovraccarico accidentale

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

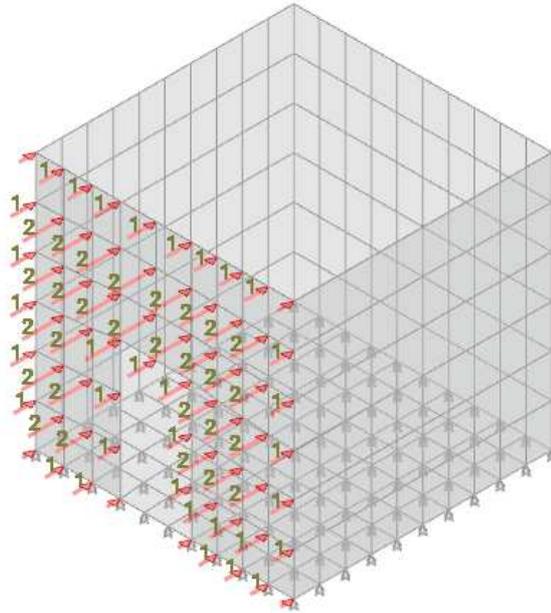


Figura 45 - Condizione sisma terreno X+

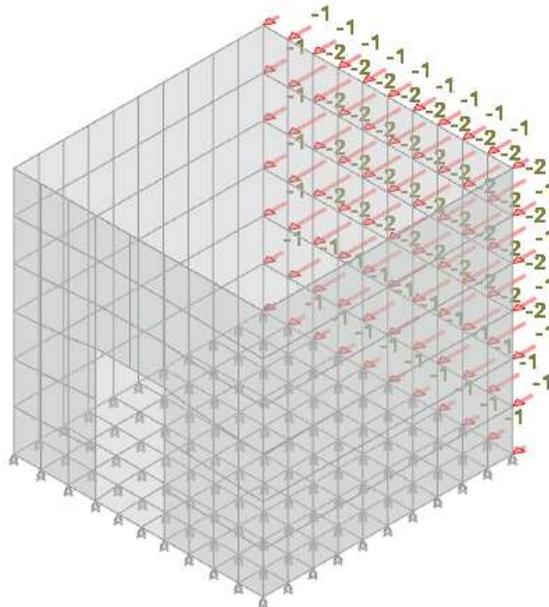


Figura 46 - Condizione sisma terreno X-

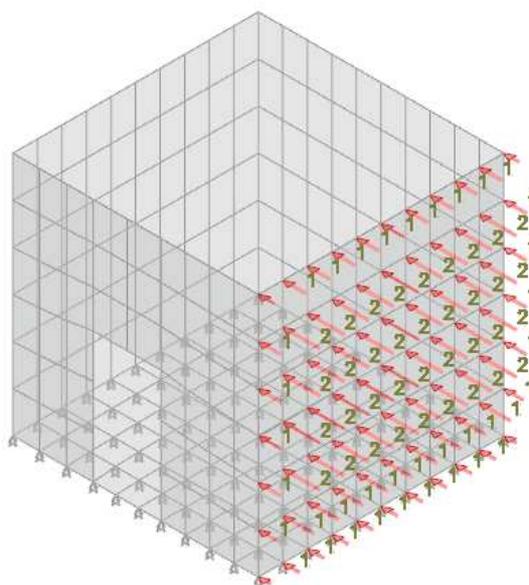


Figura 47 - Condizione sisma terreno Y+

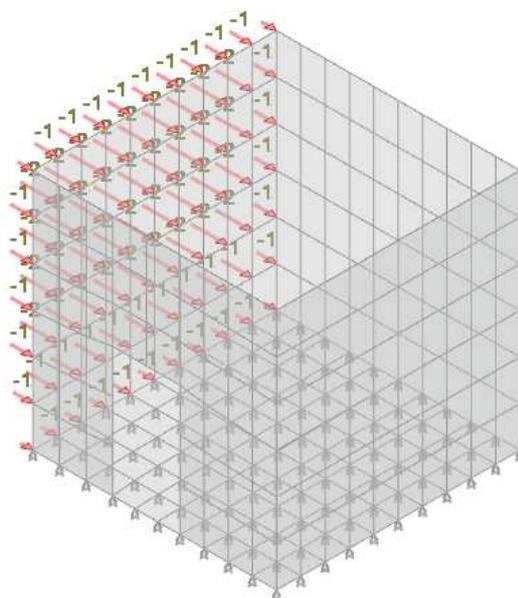


Figura 48 - Condizione sisma terreno Y-

#### 9.4.2 Modellazione: Output

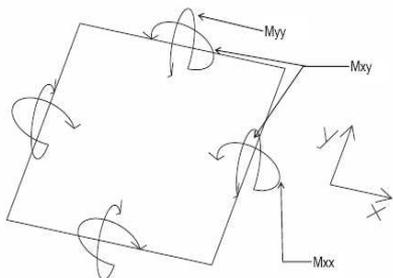
Si riportano i risultati grafici dell'analisi agli elementi finiti. I valori massimi delle caratteristiche di sollecitazione saranno utilizzati per le successive verifiche.

##### 9.4.2.1 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  $M1$  ( $M_t$ ): 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  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



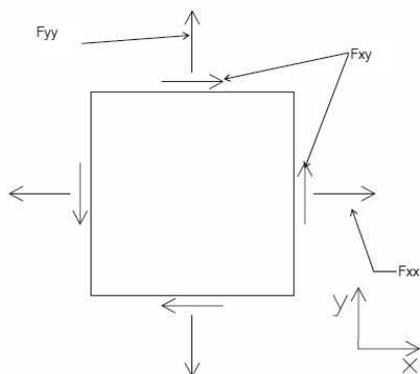
si definiscono:

$M_{xx}$ : 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);

$F_{yy}$ : 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);

$F_{xy}$ : 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:

$V_x$ : 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);

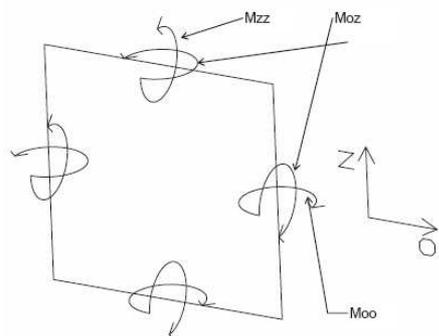
$V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

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  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

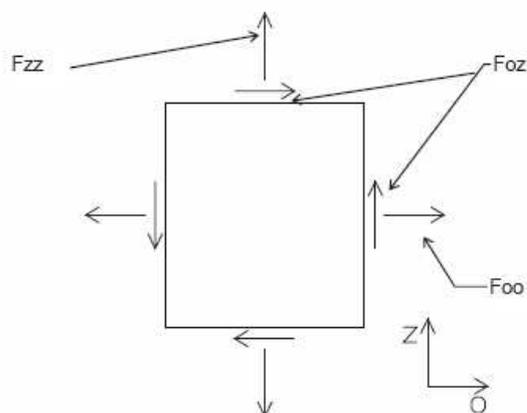
RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI



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



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

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Viste principali risultati della modellazione

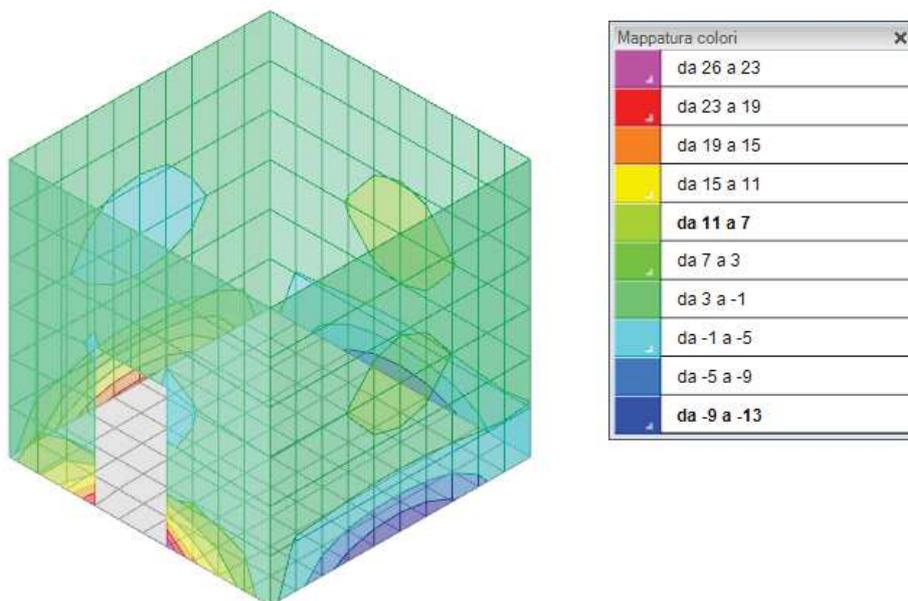


Figura 49 - Sollecitazione momento flettente Mzz

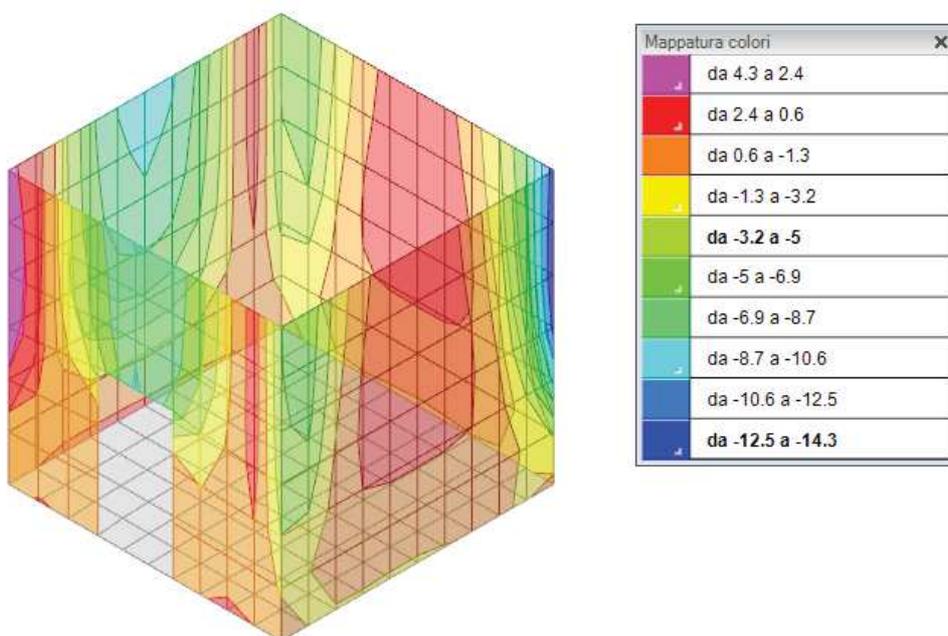


Figura 50 - Sollecitazione momento flettente Moo

**RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI**

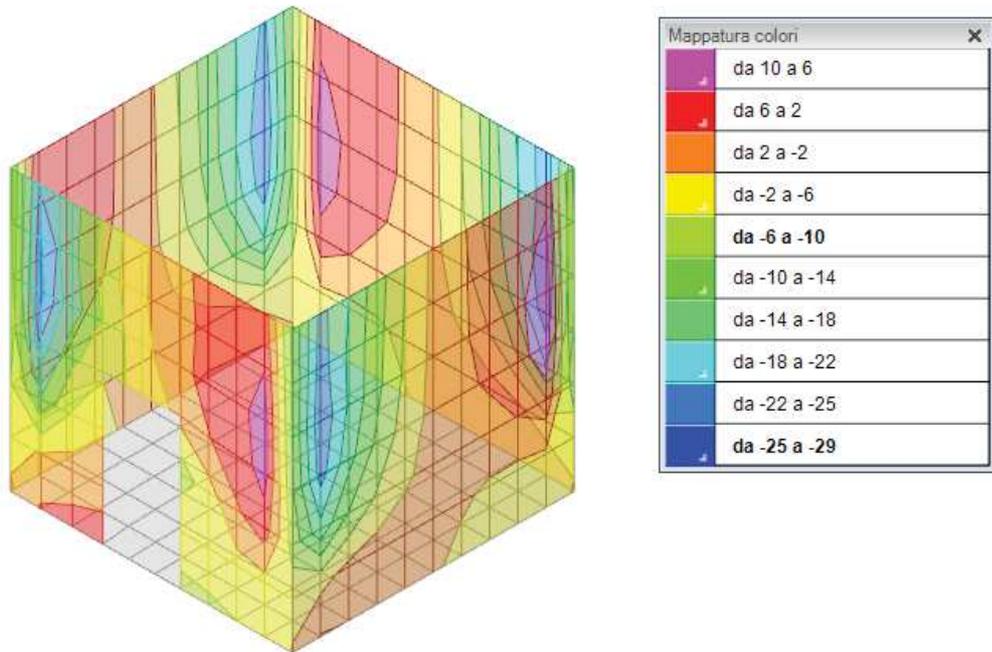


Figura 51 - Sollecitazioni di taglio Vo

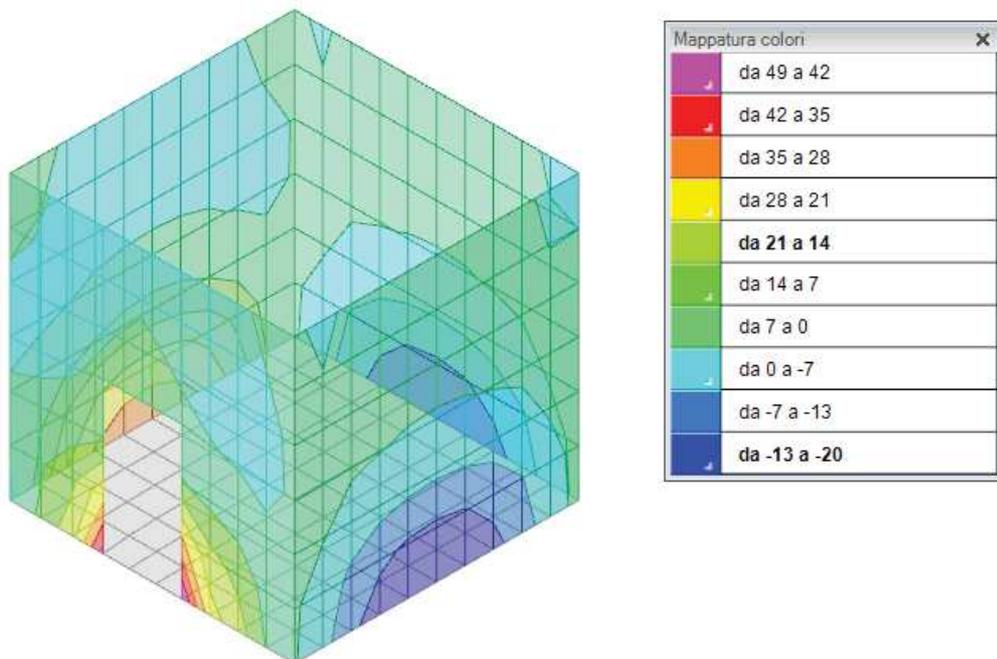


Figura 52 - Sollecitazioni di taglio Vz

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

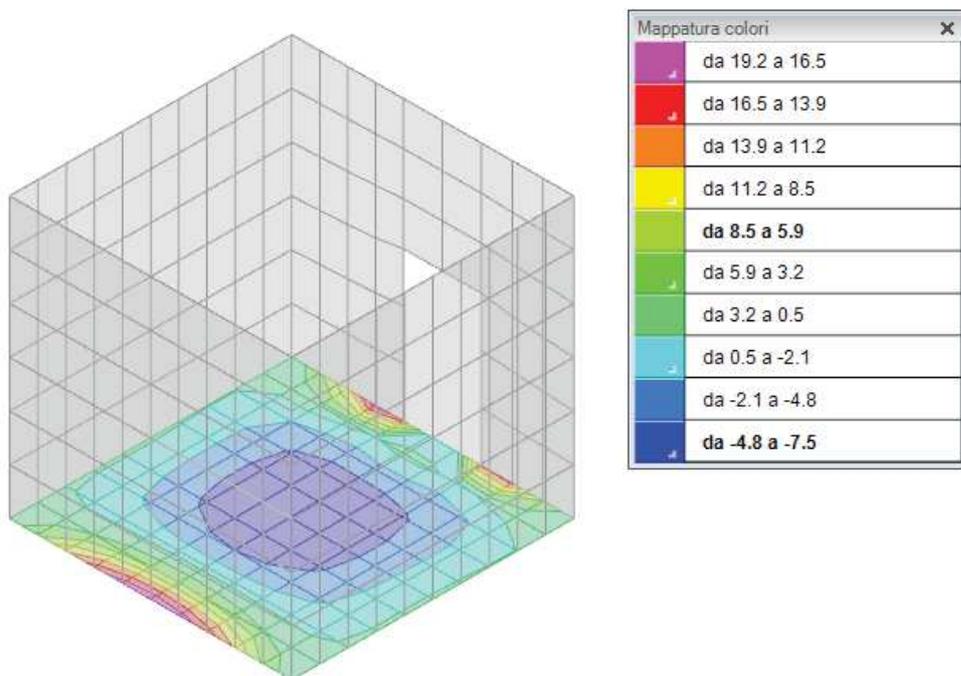


Figura 53 - Sollecitazione momento flettente  $M_{xx}$

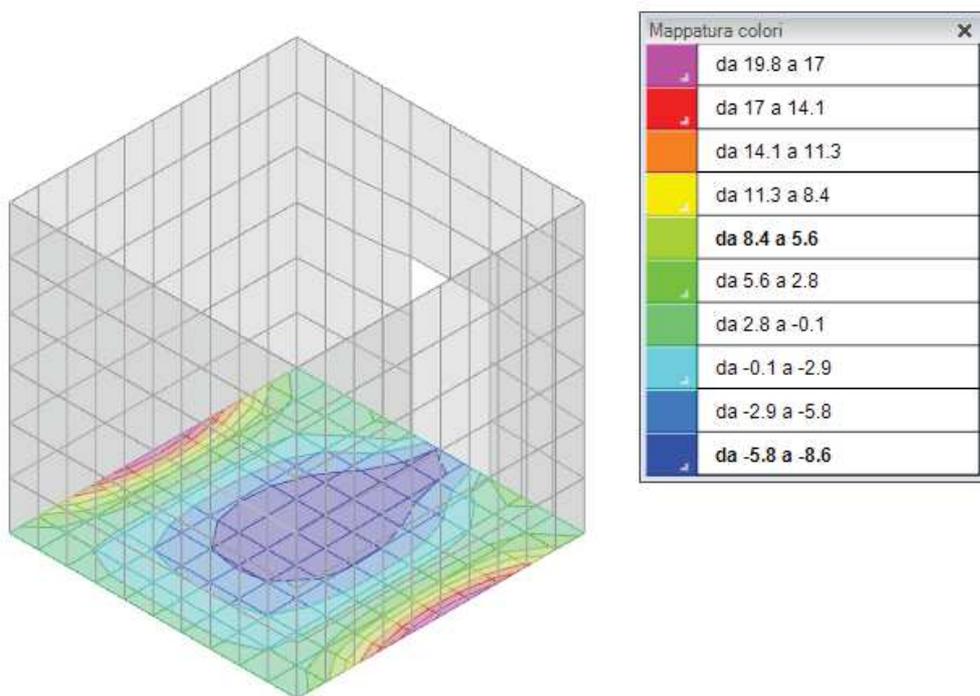


Figura 54 - Sollecitazione momento flettente  $M_{yy}$

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

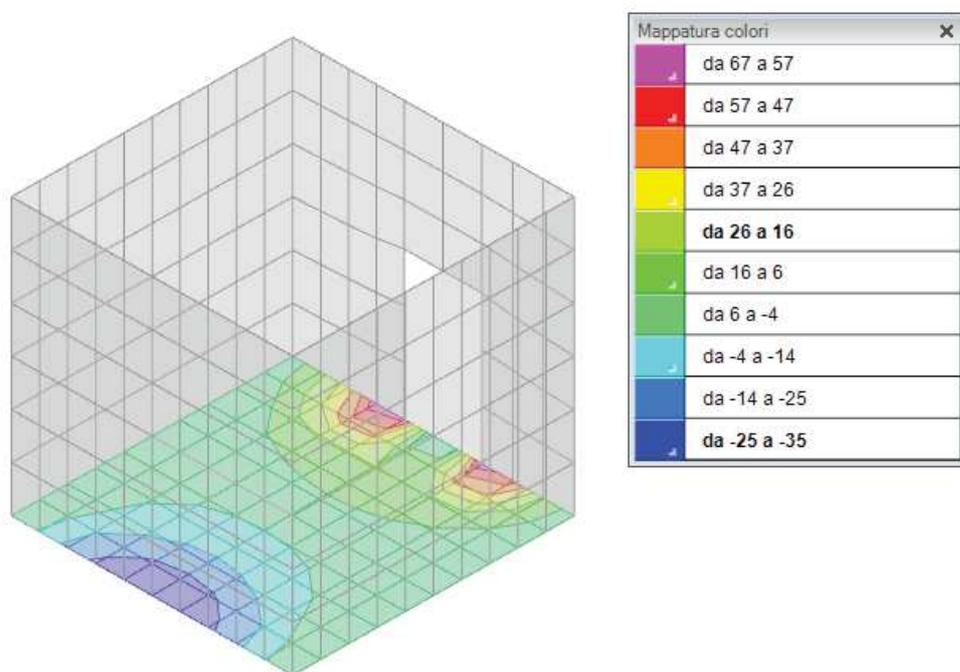


Figura 55 - Sollecitazioni di taglio Vx

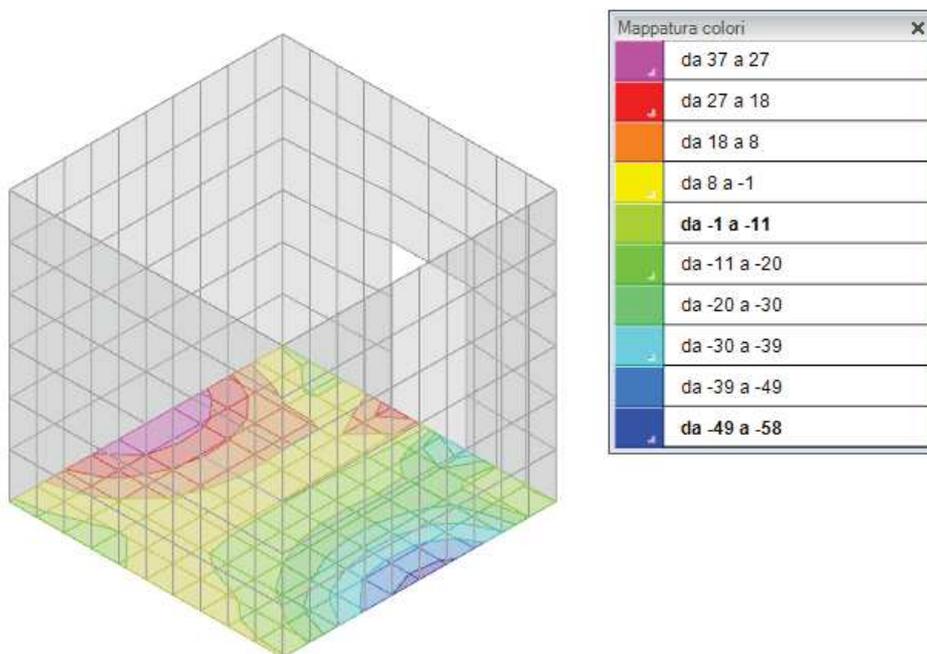


Figura 56 - Sollecitazioni di taglio Vy

## 9.5 VERIFICHE STRUTTURALI

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

### 9.5.1 Verifiche pareti

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

*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: descrizione della sezione di verifica.*

*Dir.: direzione della sezione di verifica.*

*Base: base della sezione. [m]*

*Altezza: altezza della sezione. [m]*

*As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m]*

*As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m]*

*c,sup: copriferro medio superiore. [m]*

*c,inf: copriferro medio inferiore. [m]*

*Comb.: combinazione di verifica.*

*MEd: momento agente. [kN\*m]*

*NEd: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]*

*MRd: momento resistente. [kN\*m]*

*NRd: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]*

*c.s.: coefficiente di sicurezza.*

*Verifica: stato di verifica.*

*d: altezza utile. [m]*

*bw: minima larghezza anima. [m]*

*Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.*

*Asw/s: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.*

*VEd: taglio agente. [kN]*

*Vrd,c: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]*

*Vrcd: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]*

*Vrsd: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]*

*VRd: resistenza a taglio. [kN]*

*cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.*

*Asl: area armatura longitudinale. [m<sup>2</sup>]*

*Sezione fessurata: sezione fessurata.*

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

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

*Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.*

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

*σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]*

#### Parete 1

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

*Verifiche nei nodi*

*Sezioni rettangolari*

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
314 Prosp.A	Verticale	0.95	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
313 Prosp.A	Verticale	0.95	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
275 Prosp.A	Verticale	0.95	0.4	0.0554	0.0554	0.0561	0.0561
336 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
274 Prosp.A	Verticale	0.95	0.4	0.0554	0.0554	0.0561	0.0561
308 Prosp.A	Verticale	0.9765	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
327 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
269 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
159 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0677	0.0508	0.1019	0.0692
158 Prosp.A	Orizzontale	0.7875	0.4	0.0868	0.0695	0.0951	0.0689
236 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
160 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.0508	0.0677	0.0692	0.1019
157 Prosp.A	Orizzontale	0.8167	0.4	0.0698	0.0873	0.0689	0.0951

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
314 Prosp.A	Verticale	SLV 1	-8.0398	-16.77	-98.0837	-204.63	12.1998	Si
313 Prosp.A	Verticale	SLV 1	-7.5157	-15.33	-97.0294	-197.97	12.9102	Si
275 Prosp.A	Verticale	SLV 1	-8.0914	-20.64	-117.4126	-299.56	14.5108	Si
336 Prosp.A	Verticale	SLV 1	-4.2782	-7.98	-63.1343	-117.75	14.7573	Si
274 Prosp.A	Verticale	SLV 1	-7.4544	-19.61	-119.7845	-315.09	16.069	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
308 Prosp.A	Verticale	SLD 11	6.2248	-30.53	227.89	-1117.82	36.6097	Si
327 Prosp.A	Verticale	SLD 11	3.2889	-14.86	126.694	-572.47	38.5214	Si
314 Prosp.A	Verticale	SLD 1	-6.1556	-31.78	-246.0121	-1269.93	39.9656	Si
269 Prosp.A	Verticale	SLD 11	5.8514	-32.25	245.1952	-1351.25	41.9037	Si
336 Prosp.A	Verticale	SLD 1	-3.2643	-15.65	-137.4748	-659.15	42.1152	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
269 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	-26.68	-32.4	5.5698	166.84	1011.5	0	166.84	2.5	0.0003927	6.2534	Si
270 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	25.64	-32.04	5.0332	166.79	1011.45	0	166.79	2.5	0.0003927	6.5054	Si
308 Prosp.A	Verticale	0.344	0.977	Non necessaria	0	SLU 29	-24.47	-28.79	5.8922	162.17	984.02	0	162.17	2.5	0.0005152	6.6264	Si
230 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 15	-24.94	-30.31	4.6019	166.57	1011.22	0	166.57	2.5	0.0003927	6.6777	Si
309 Prosp.A	Verticale	0.344	0.974	Non necessaria	0	SLU 29	23.99	-29.66	5.3923	161.81	981.17	0	161.81	2.5	0.0005152	6.7452	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
269 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 11	-26.66	-32.49	5.8196	166.85	1011.51	0	166.85	2.5	0.0003927	6.2595	Si
308 Prosp.A	Verticale	0.344	0.977	Non necessaria	0	SLD 11	-25.37	-30.53	6.2248	162.4	984.25	0	162.4	2.5	0.0005152	6.4022	Si
270 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 5	25.69	-32.3	5.2448	166.82	1011.48	0	166.82	2.5	0.0003927	6.4926	Si
309 Prosp.A	Verticale	0.344	0.974	Non necessaria	0	SLD 5	24.84	-30.83	5.638	161.96	981.33	0	161.96	2.5	0.0005152	6.5196	Si
327 Prosp.A	Verticale	0.343	0.5	Non necessaria	0	SLD 11	-12.55	-14.86	3.2889	82.97	503.1	0	82.97	2.5	0.0003581	6.6107	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
159 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	1.163	-25.92	No	-198	14940	15	75.2768	Si
158 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	1.6744	-40.66	No	-194	14940	15	77.1645	Si
236 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-2.33	-14.88	No	-232	19920	15	85.8616	Si
275 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-4.2952	-25.73	No	-224	19920	15	89.0836	Si
160 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	0.8869	-22.92	No	-166	14940	15	90.0861	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
158 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	1.6875	-40.77	No	-1074	360000	15	335.2159	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
157 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 3	1.3645	-36.26	No	-980	360000	15	367.2616	Si
327 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	2.168	-9.31	No	971	360000	15	370.9349	Si
159 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 6	0.9578	-23.28	No	-956	360000	15	376.59	Si
308 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.1342	-20.13	No	883	360000	15	407.6093	Si

Parete 2

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
243 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
242 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
282 Prosp.A	Verticale	0.9833	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
244 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
281 Prosp.A	Verticale	0.9833	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
204 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
128 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
127 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
129 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
126 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
321 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
320 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
243 Prosp.A	Verticale	SLV 11	8.3818	-14.61	71.25	-124.21	8.5006	Si
242 Prosp.A	Verticale	SLV 9	7.7152	-13.69	71.7597	-127.3	9.3011	Si
282 Prosp.A	Verticale	SLV 11	9.0668	-13.65	86.3678	-130.07	9.5257	Si
244 Prosp.A	Verticale	SLV 11	7.7339	-14.86	74.2847	-142.69	9.6051	Si
281 Prosp.A	Verticale	SLV 9	8.3026	-11.92	85.0758	-122.1	10.2469	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
243 Prosp.A	Verticale	SLD 15	6.8485	-26.28	129.5903	-497.25	18.9224	Si
282 Prosp.A	Verticale	SLD 15	7.2159	-27.03	155.0105	-580.54	21.4816	Si
204 Prosp.A	Verticale	SLD 15	5.7662	-22.48	132.3802	-516.01	22.9581	Si
242 Prosp.A	Verticale	SLD 9	6.1978	-26.17	148.8911	-628.75	24.0234	Si
244 Prosp.A	Verticale	SLD 15	6.1021	-26.68	157.4354	-688.27	25.8004	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
128 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	31.69	-56.92	-3.3322	165.57	976.54	0	165.57	2.5	0.000916	5.2255	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	30.55	-55.19	-3.2038	165.36	976.32	0	165.36	2.5	0.000916	5.412	Si
129 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	29.55	-53.39	-3.1089	165.13	976.09	0	165.13	2.5	0.000916	5.5891	Si
247 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	-28.64	-32.51	-5.7408	166.85	1011.51	0	166.85	2.5	0.0003927	5.8265	Si
239 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	27.99	-30.65	-5.1341	166.61	1011.26	0	166.61	2.5	0.0003927	5.9522	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
247 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 1	-28.5	-32.34	-5.9217	166.83	1011.49	0	166.83	2.5	0.0003927	5.8528	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd.c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
239 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 11	28.04	-30.53	-5.3552	166.59	1011.25	0	166.59	2.5	0.0003927	5.9418	Si
286 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 1	-27.04	-30.37	-6.4191	163.48	991.07	0	163.48	2.5	0.0005152	6.0452	Si
278 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 11	26.84	-28.19	-5.8454	163.2	990.77	0	163.2	2.5	0.0005152	6.081	Si
128 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLD 13	26.69	-43.84	-2.301	163.95	974.86	0	163.95	2.5	0.000916	6.1426	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
128 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-3.0328	-43.71	No	-207	14940	15	72.3092	Si
127 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.9224	-41.98	No	-199	14940	15	75.1615	Si
129 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.8495	-41.42	No	-195	14940	15	76.6341	Si
126 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.5766	-35.74	No	-172	14940	15	86.7235	Si
282 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	4.9599	-18.21	No	-223	19920	15	89.3962	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
321 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	2.5557	-9.04	No	1281	360000	15	280.9301	Si
282 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.9549	-17.92	No	1279	360000	15	281.4271	Si
243 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.7477	-17.47	No	1214	360000	15	296.5696	Si
320 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	2.2902	-8.97	No	1087	360000	15	331.2857	Si
281 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.457	-17.95	No	1084	360000	15	332.2362	Si

Parete 3

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
263 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
262 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
302 Prosp.A	Verticale	0.9833	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
264 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
301 Prosp.A	Verticale	0.9833	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
224 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
148 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
147 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
149 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
146 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
349 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
348 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
263 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-8.1936	-13.44	-69.6008	-114.21	8.4945	Si
262 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-7.6568	-13.54	-71.6746	-126.79	9.3609	Si
302 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-8.8026	-11.47	-82.7717	-107.87	9.4031	Si
264 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-7.6811	-14.77	-74.3249	-142.94	9.6764	Si
301 Prosp.A	Verticale	SLV 11	-8.2007	-11.53	-84.56	-118.91	10.3113	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
263 Prosp.A	Verticale	SLD 15	-6.8228	-25.85	-127.4353	-482.8	18.678	Si
302 Prosp.A	Verticale	SLD 15	-7.1991	-26.17	-149.7813	-544.44	20.8057	Si
224 Prosp.A	Verticale	SLD 15	-5.7295	-22.22	-131.4718	-509.88	22.9466	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
262 Prosp.A	Verticale	SLD 15	-6.1657	-25.92	-147.865	-621.65	23.9819	Si
264 Prosp.A	Verticale	SLD 13	-6.1262	-26.42	-153.9627	-663.99	25.132	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
148 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	-31.93	-57.08	3.4048	165.59	976.56	0	165.59	2.5	0.000916	5.186	Si
147 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	-31.03	-55.72	3.2809	165.42	976.39	0	165.42	2.5	0.000916	5.3308	Si
149 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	-29.65	-53.29	3.1665	165.12	976.07	0	165.12	2.5	0.000916	5.5698	Si
267 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	28.58	-32.43	5.6741	166.84	1011.5	0	166.84	2.5	0.0003927	5.8368	Si
259 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	-27.77	-30.13	5.0854	166.54	1011.19	0	166.54	2.5	0.0003927	5.9962	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
267 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 3	28.45	-32.27	5.9304	166.82	1011.48	0	166.82	2.5	0.0003927	5.8634	Si
259 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 9	-27.84	-30.01	5.2916	166.53	1011.18	0	166.53	2.5	0.0003927	5.9811	Si
298 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 9	-26.95	-27.96	5.8522	163.17	990.74	0	163.17	2.5	0.0005152	6.0549	Si
306 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 3	26.97	-30.27	6.4234	163.47	991.05	0	163.47	2.5	0.0005152	6.061	Si
148 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLD 15	-26.93	-43.88	2.3527	163.95	974.86	0	163.95	2.5	0.000916	6.0885	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
148 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	3.0931	-43.76	No	-209	14940	15	71.5527	Si
147 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	2.9959	-42.28	No	-202	14940	15	73.9621	Si
149 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	2.8933	-41.29	No	-196	14940	15	76.1618	Si
146 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	2.6605	-36.22	No	-176	14940	15	84.7516	Si
302 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-4.97	-17.9	No	-222	19920	15	89.5526	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
349 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-2.5648	-8.79	No	1306	360000	15	275.6053	Si
302 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-4.9647	-17.59	No	1295	360000	15	277.9208	Si
263 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-4.7404	-17.36	No	1215	360000	15	296.2663	Si
348 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-2.2978	-8.69	No	1112	360000	15	323.6624	Si
301 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	-4.4641	-17.61	No	1099	360000	15	327.628	Si

Parete 4

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
253 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
252 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
254 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
292 Prosp.A	Verticale	0.9833	0.4	0.0515	0.0515	0.0562	0.0562
214 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.0393	0.0393	0.055	0.055
138 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
137 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
139 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0916	0.0916	0.068	0.068
335 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
328 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567
343 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0358	0.0358	0.0567	0.0567

Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
253 Prosp.A	Verticale	SLV 1	8.4263	-16.22	74.3585	-143.13	8.8246	Si
252 Prosp.A	Verticale	SLV 3	7.7566	-16.3	77.6109	-163.08	10.0058	Si
254 Prosp.A	Verticale	SLV 1	7.7428	-16.37	77.8665	-164.63	10.0566	Si
292 Prosp.A	Verticale	SLV 1	9.1943	-17.13	93.4307	-174.11	10.1619	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLV 1	6.8883	-13.76	75.6607	-151.11	10.9839	Si

Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
253 Prosp.A	Verticale	SLD 1	6.7985	-28.67	148.5688	-626.52	21.8532	Si
214 Prosp.A	Verticale	SLD 1	5.7093	-23.75	145.4747	-605.19	25.4805	Si
292 Prosp.A	Verticale	SLD 1	7.2068	-31.31	188.5508	-819.18	26.1628	Si
252 Prosp.A	Verticale	SLD 3	6.0777	-28.78	181.083	-857.35	29.7947	Si
254 Prosp.A	Verticale	SLD 1	6.0795	-28.81	181.4147	-859.75	29.8402	Si

Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
138 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	31.21	-55.28	-3.1174	165.37	976.33	0	165.37	2.5	0.000916	5.2981	Si
139 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	29.55	-52.59	-2.9499	165.03	975.98	0	165.03	2.5	0.000916	5.584	Si
137 Prosp.A	Orizzontale	0.332	1	Non necessaria	0	SLU 32	29.56	-52.7	-2.9527	165.05	976	0	165.05	2.5	0.000916	5.5842	Si
249 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	28.5	-32.9	-5.7788	166.9	1011.57	0	166.9	2.5	0.0003927	5.8565	Si
257 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLU 29	-28.44	-32.9	-5.7086	166.9	1011.57	0	166.9	2.5	0.0003927	5.8679	Si

Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
257 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 3	-28.56	-32.74	-5.857	166.88	1011.54	0	166.88	2.5	0.0003927	5.8423	Si
249 Prosp.A	Verticale	0.345	1	Non necessaria	0	SLD 1	28.55	-32.76	-5.8881	166.88	1011.55	0	166.88	2.5	0.0003927	5.8453	Si
288 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 1	27.29	-30.33	-6.3286	163.48	991.06	0	163.48	2.5	0.0005152	5.9906	Si
296 Prosp.A	Verticale	0.344	0.983	Non necessaria	0	SLD 3	-27.26	-30.14	-6.2704	163.45	991.03	0	163.45	2.5	0.0005152	5.9955	Si
328 Prosp.A	Verticale	0.343	0.5	Non necessaria	0	SLD 1	13.46	-14.5	-3.3177	82.92	503.05	0	82.92	2.5	0.0003581	6.1588	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
138 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.9065	-43.66	No	-202	14940	15	73.9078	Si
137 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.762	-41.69	No	-193	14940	15	77.5814	Si
139 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-2.7596	-41.61	No	-192	14940	15	77.6877	Si
335 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	2.4806	-11	No	-224	19920	15	88.9192	Si
292 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	4.8114	-20.87	No	-224	19920	15	88.9281	Si

Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
292 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.8094	-20.66	No	1122	360000	15	320.8729	Si
253 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	4.6183	-18.94	No	1110	360000	15	324.3321	Si
335 Prosp.A	Verticale	SLE RA 8	2.4789	-10.87	No	1093	360000	15	329.2831	Si
328 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.2791	-9.53	No	1038	360000	15	346.6796	Si
343 Prosp.A	Verticale	SLE RA 6	-2.2444	-9.49	No	1015	360000	15	354.5607	Si

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

9.5.2 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.

A. st.: area staffe su interasse. [m]

A. sag.: area sagomati su interasse. [m]

Ved: taglio agente. [kN]

Vrd: taglio resistente. [kN]

Vrdc: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]

Vrsd: resistenza di calcolo a taglio trazione. [kN]

Vrcd: resistenza di calcolo a taglio compressione. [kN]

cotgθ: cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

Asl: area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [m<sup>2</sup>]

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>]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLD flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 32	18.665	-38.07	193.9091	-395.47	10.3889	Si
7	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 32	18.4704	-37.95	194.4977	-399.65	10.5302	Si
116	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 32	18.1375	-37.16	194.2716	-398.04	10.711	Si
67	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLU 31	17.5386	-33.25	190.4484	-361.09	10.8588	Si
6	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLU 32	17.8192	-36.79	194.8801	-402.36	10.9365	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 11	15.0797	-33.86	176.9726	-397.43	11.7358	Si
7	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 9	14.9032	-33.71	177.5751	-401.68	11.9152	Si
116	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 7	14.6925	-33.1	177.248	-399.37	12.0639	Si
6	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 5	14.4169	-32.72	177.8553	-403.67	12.3366	Si
118	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLD 15	13.9599	-31.56	177.5269	-401.34	12.7169	Si

Verifiche SLD taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
------	------	---	---	---------	---------	---------	---------	--------	---------	-------	-----	---	-----	------	------	------	-------	-----	------	----------

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrds	Vrkd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 32	49.17	-38.07	161.21	161.21	0	956.51	2.5	0.0010053	3.2788	Si
116	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 32	47.54	-37.16	161.1	161.1	0	956.39	2.5	0.0010053	3.3889	Si
67	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLU 32	47.55	-36.69	166.39	166.39	0	1003.27	2.5	0.0010053	3.4996	Si
66	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLU 32	47.48	-36.24	166.34	166.34	0	1003.21	2.5	0.0010053	3.503	Si
118	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLU 32	45.85	-35.58	160.91	160.91	0	956.2	2.5	0.0010053	3.5096	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrds	Vrkd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 7	38.94	-33.84	231.36	231.36	0	955.97	2.5	0.0010053	5.9419	Si
116	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 7	37.87	-33.1	231.27	231.27	0	955.88	2.5	0.0010053	6.1073	Si
67	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLD 15	37.17	-32.49	236.32	236.32	0	1002.72	2.5	0.0010053	6.3578	Si
66	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLD 15	37.12	-31.93	236.25	236.25	0	1002.64	2.5	0.0010053	6.3647	Si
118	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 11	36.16	-31.48	231.07	231.07	0	955.68	2.5	0.0010053	6.3895	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
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 2	13.145	-23.91	-508	14940	15	Si
7	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 2	13.0274	-23.83	-504	14940	15	Si
116	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 2	12.7374	-23.38	-493	14940	15	Si
67	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 2	12.8261	-23.17	-486	14940	15	Si
6	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 2	12.535	-23.14	-485	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
67	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 6	13.6138	-27.24	3931	360000	15	Si
56	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 6	12.8966	-25.93	3719	360000	15	Si
78	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 6	12.8948	-25.93	3718	360000	15	Si
117	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 6	14.0755	-28.23	3593	360000	15	Si
7	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 6	13.9316	-28.15	3549	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## 9.6 CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

### 9.6.1 Valutazione della costante di sottofondo

La rigidezza delle molle, attraverso la quale viene schematizzata l'interazione terreno-struttura, viene calcolata utilizzando un coefficiente di sottofondo pari a 86045 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:  $k = 86045$  kN/m<sup>3</sup>.

### 9.6.2 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 B. Pertanto ai fini della verifica della capacità portante si impiegano le caratteristiche di questo litotipo.

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

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

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="2,90"/>	m	Base
$L =$	<input type="text" value="2,90"/>	m	Lunghezza
$H =$	<input type="text" value="0,40"/>	m	Altezza
$D =$	<input type="text" value="3,70"/>	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="0,50"/>	m	Base ridotta
$L' =$	<input type="text" value="0,50"/>	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	<input type="text" value="0,25"/>		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	<input type="text" value="19"/>	kN/m <sup>3</sup>	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\phi' =$	<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="75"/>	kN/m <sup>2</sup>	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	<input type="text" value="19"/>	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="70,30"/>	kN/m <sup>2</sup>	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa

RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINI

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)

k=	0,91	Fattore di profondità
m <sub>b</sub> =	1,50	Parametro di forma per carico agente in direzione della base
m <sub>l</sub> =	1,50	Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
m=	1,50	Parametro di forma complessivo
N <sub>c</sub> =	25,80	Fattori di capacità portante
N <sub>q</sub> =	14,72	
N <sub>γ</sub> =	14,59	
s <sub>c</sub> =	1,50	Fattori di forma
s <sub>q</sub> =	1,47	
s <sub>γ</sub> =	0,70	
b <sub>c</sub> =	1,00	Fattori di inclinazione del piano di posa
b <sub>q</sub> =	1,00	
b <sub>γ</sub> =	1,00	
i <sub>c</sub> =	1,00	Fattori di inclinazione del carico
i <sub>q</sub> =	1,00	
i <sub>γ</sub> =	1,00	

PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI

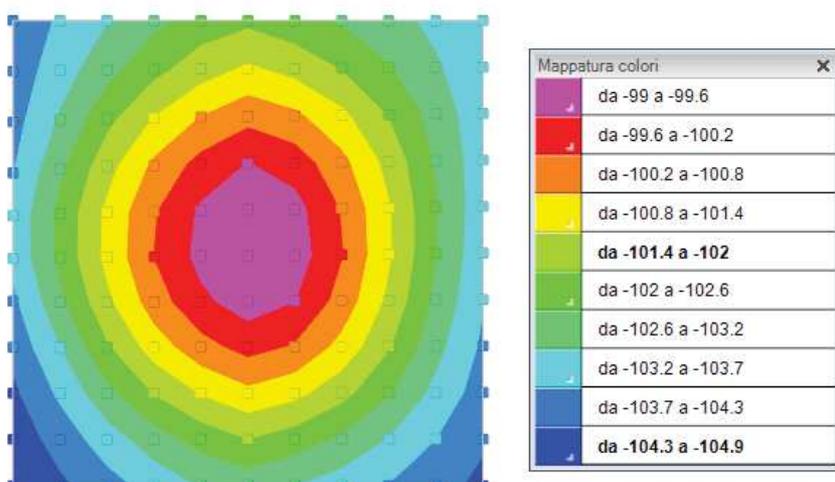
Condizioni drenate	
F.S.=	2,3
q <sub>LIM</sub> =	2151,135 kN/m <sup>2</sup>
q <sub>R,D</sub> =	935,28 kN/m <sup>2</sup>

Fattore di sicurezza

Pressione limite

Pressione resistente di progetto

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



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