

S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. **AN257**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Ing. V. 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 COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Marco Abram
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

Il R.U.P.

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma

Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Ing. L. Spaccini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. E. Bartolocci
Dott. Ing. L. Casavecchia
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Arch. C. Presciutti
Dott. Agr. F. Berti Nulli
Geom. S. Scopetta
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente

engeko

Dott. Ing. C. Muller

GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. E. Loffredo
Dott. Ing. S. Sacconi

ICARIA
società di ingegneria

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



IDROLOGIA ED IDRAULICA TOMBINO n.1 Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-ID01-IDR-RE01			
DPAN257	D 22	CODICE ELAB. T00ID01IDRRE01		A	Varie
A	Emissione	maggio 2022	V. Piunno	V. Rotisciani	G. Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO	5
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO	5
4	MATERIALI	6
4.1	CALCESTRUZZO	6
4.1.1	Scelta della classe di esposizione	7
4.1.2	Copriferrì	7
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	8
5	CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE	9
5.1	SPETTRI DI RISPOSTA.....	10
6	GEOMETRIA DELL'OPERA.....	14
7	ANALISI DEI CARICHI	15
7.1	COPERTURA TOMBINO	15
7.1.1	Carichi permanenti strutturali.....	15
7.1.2	Carichi permanenti non strutturali.....	15
7.1.3	Carichi variabili traffico.....	15
7.1.4	Frenatura.....	17
7.2	PLATEA TOMBINO	17
7.2.1	Carichi permanenti strutturali.....	17
7.3	AZIONE DELLA TEMPERATURA	17
7.4	SPINTA DEL TERRENO SULLE PARETI	18
8	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	21
8.1	CONDIZIONI DI CARICO	21

8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	21
9	ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO	30
9.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO	30
9.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	30
9.3	GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI	30
9.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	31
9.4.1	Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione	31
10	RISULTATI DELL'ANALISI.....	35
10.1	DATI INPUT MODELLAZIONE.....	35
10.2	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	41
10.2.1	Applicazione carichi.....	41
10.2.2	Risultati Sollecitazioni.....	44
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI.....	49
10.3.1	Verifiche copertura	49
10.3.2	Verifiche pareti.....	49
10.3.3	Verifiche platea di fondazione.....	52
11	VERIFICHE GEOTECNICHE	54
11.1	CRITERI DI CALCOLO FONDAZIONI SU ROCCIA.....	54
11.2	VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE.....	57
12	SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE	59
12.1	PLATEA DI FONDAZIONE	59
12.2	PARETI	59
12.3	SOLAIO DI COPERTURA	59

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica delle opere strutturali del tombino scatolare di sezione 2.00x2.00 m da realizzarsi nell'ambito dell'adeguamento del tratto Trisungo-Acquasanta Terme. Tratto galleria Valgarizia - Acquasanta Terme_Lotto 2 dal km 155+400 al km 159+000 della S.S. n.4 "Salaria".

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

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

3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

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

Litotipo	Unità geotecnica	γ'	GSI	m_i	σ_c	E'
		[kN/m ³]	-	-	[MPa]	[MPa]
Arenarie grigio-azzurre	U2	26	58-67	12	50-85	12500

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

Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico non è stato intercettato nella zona in oggetto. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico".

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

Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (KPa)	ϕ'
R	Riempimento	18	0	35

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

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

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

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

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

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

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

CALCESTRUZZO TIPO 1 (Platea e pareti tombino)

Classe di resistenza	C32/40 ($R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$)
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC4+XA2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/m ³
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.1 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.44 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità	$E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2$

Copriferro di calcolo

5 cm

Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

4.1.1 Scelta della classe di esposizione

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

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

4.1.2 Copriferrì

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

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

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

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

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

PLATEA DI FONDAZIONE

Ambiente aggressivo - elementi a piastra - C_{min} < C < C_o

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

PARETI

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

copriferro minimo: $35+10 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$

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

4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

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

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

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

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

5 CRITERI DI CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

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

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

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

latitudine: 42.763903 [°]

longitudine: 13.359869 [°]

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: B
- 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 SLO, SLD, SLV.

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

a_g – Accelerazione massima orizzontale al sito;

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

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

Nella fattispecie risulta:

	P_{vr} [%]	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [-]
SLO	81	60	0.0988	2.380	0.291
SLD	63	101	0.1264	2.341	0.303
SLV	10	949	0.2994	2.411	0.351
SLC	5	1950	0.3789	2.444	0.366

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

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

$$S_S \text{ orizzontale SLO} = 1.2$$

$$S_S \text{ orizzontale SLD} = 1.2$$

$$S_S \text{ orizzontale SLV} = 1.07$$

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

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

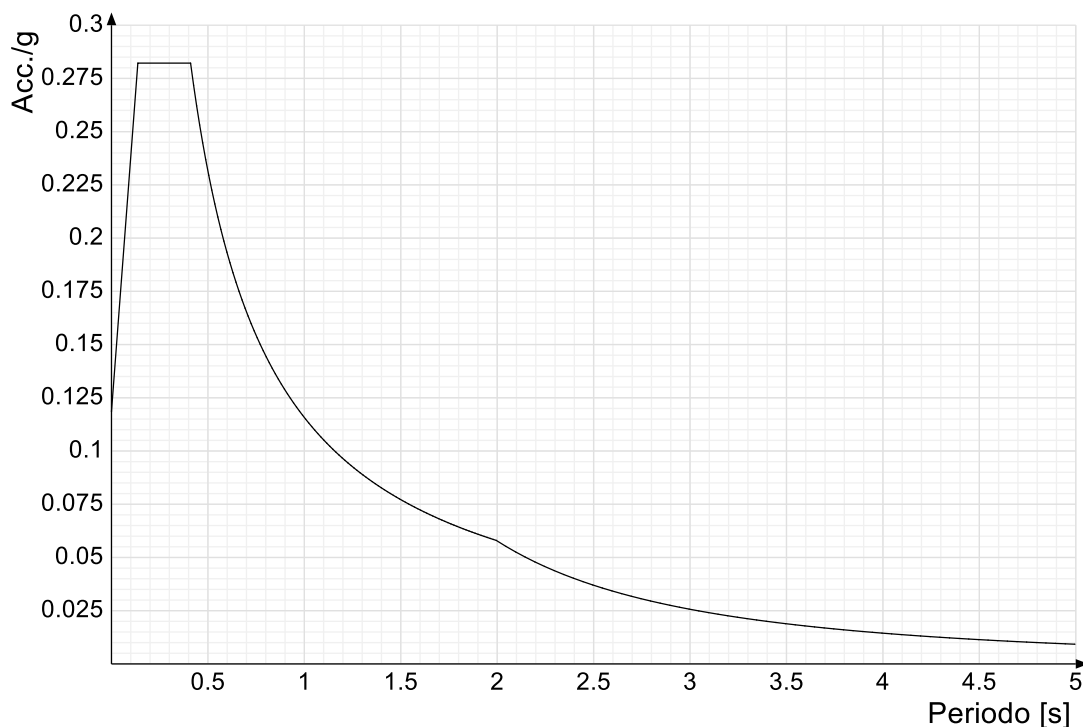
Il fattore di struttura risulta unitario e pertanto gli spettri di risposta di progetto coincidono con quelli elastici:

$$q_{ND} = 1.00$$

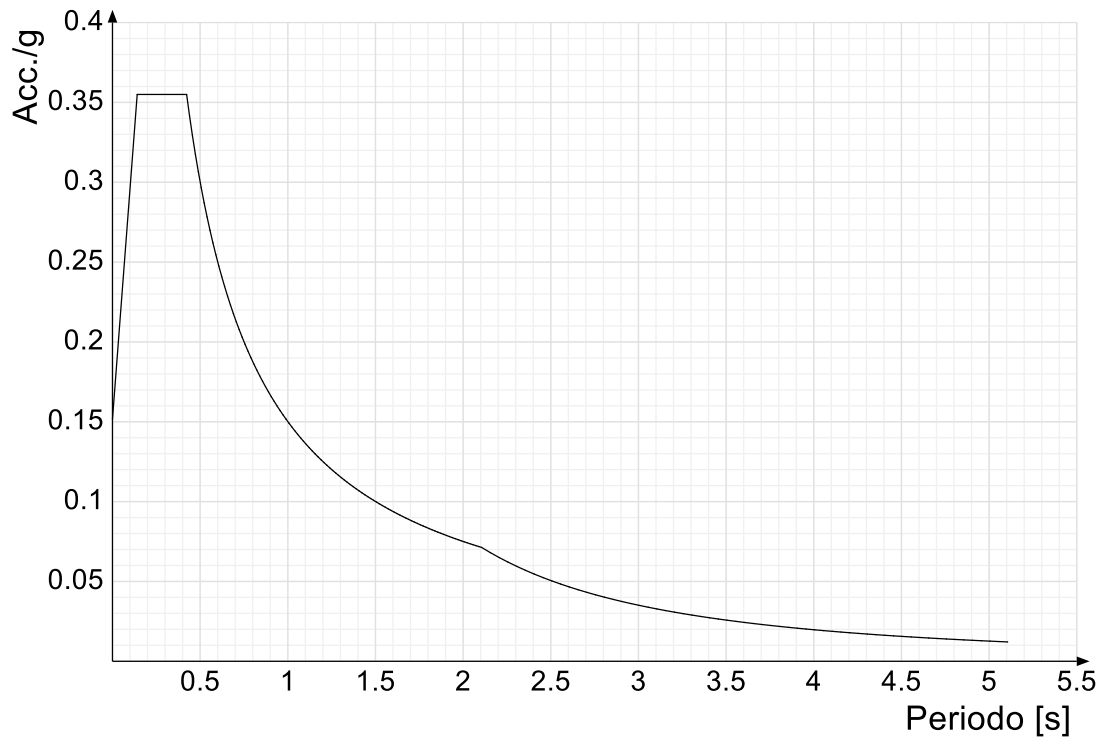
5.1 SPETTRI DI RISPOSTA

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

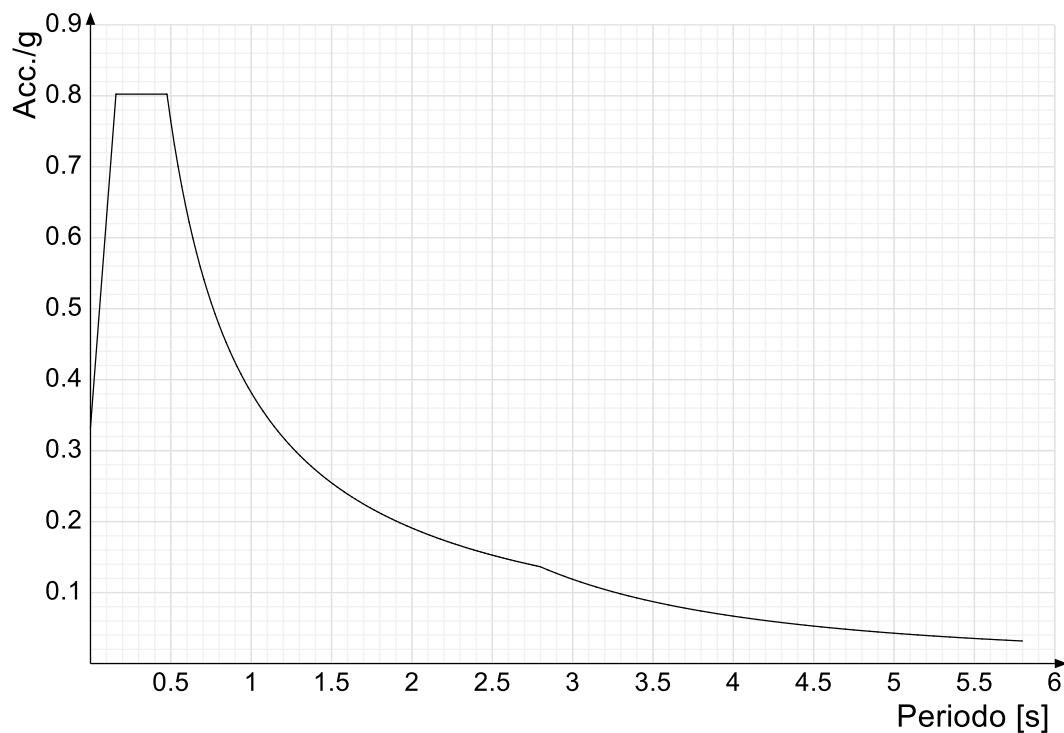
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



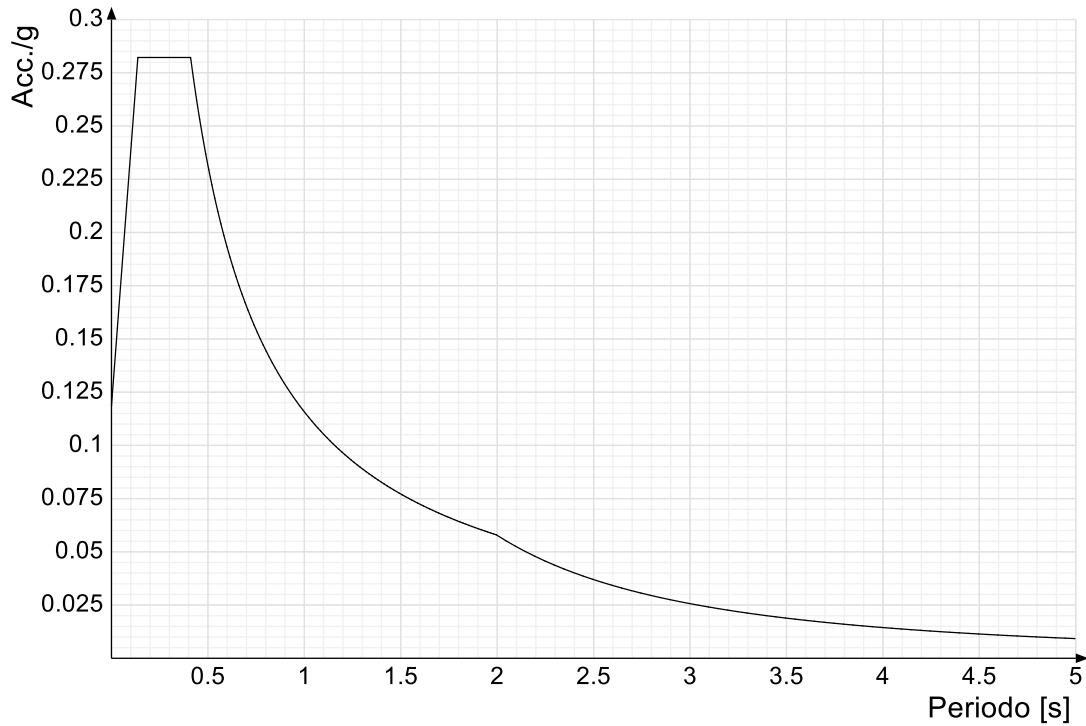
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



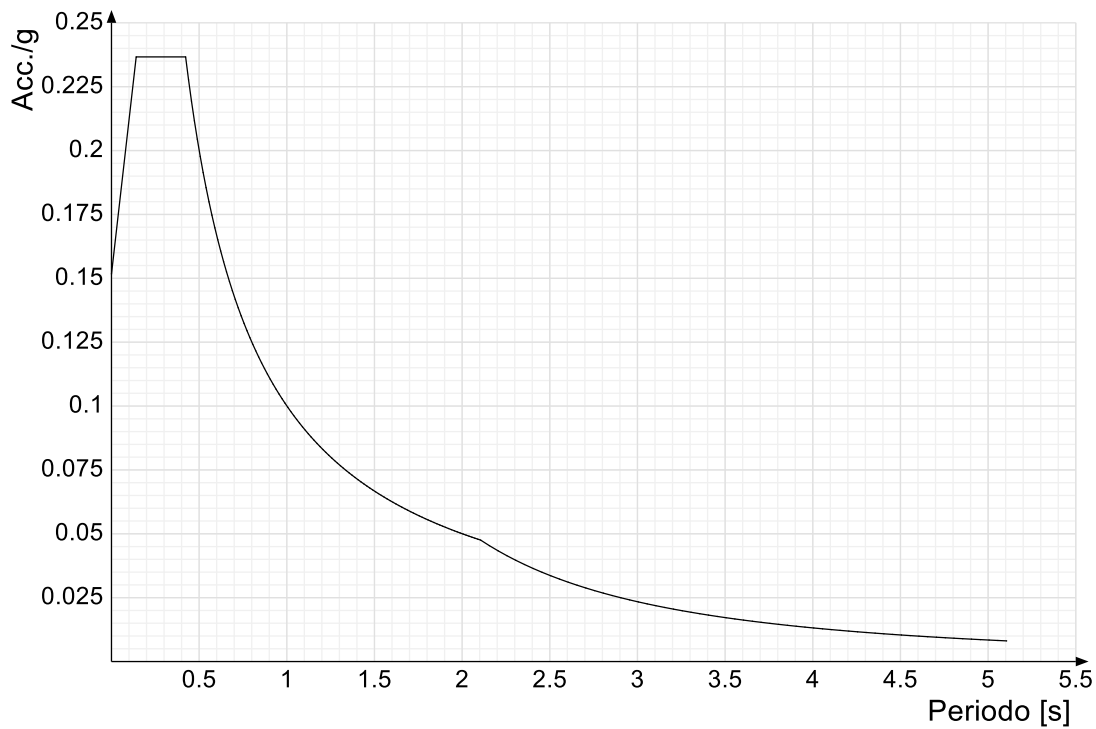
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



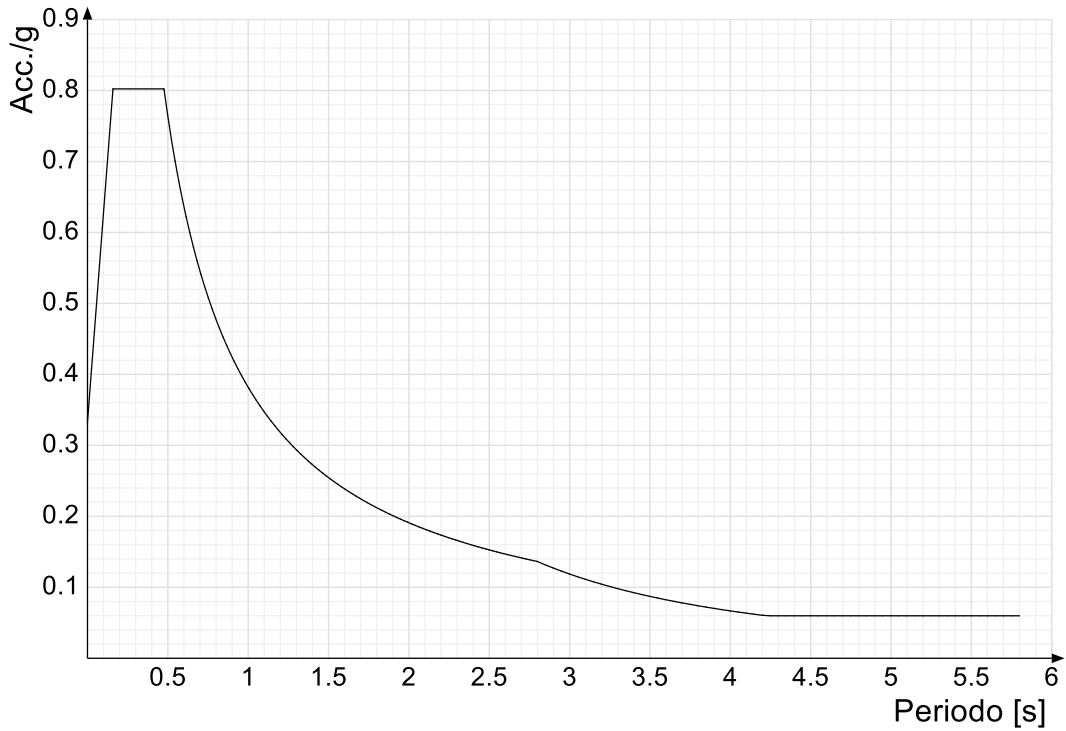
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



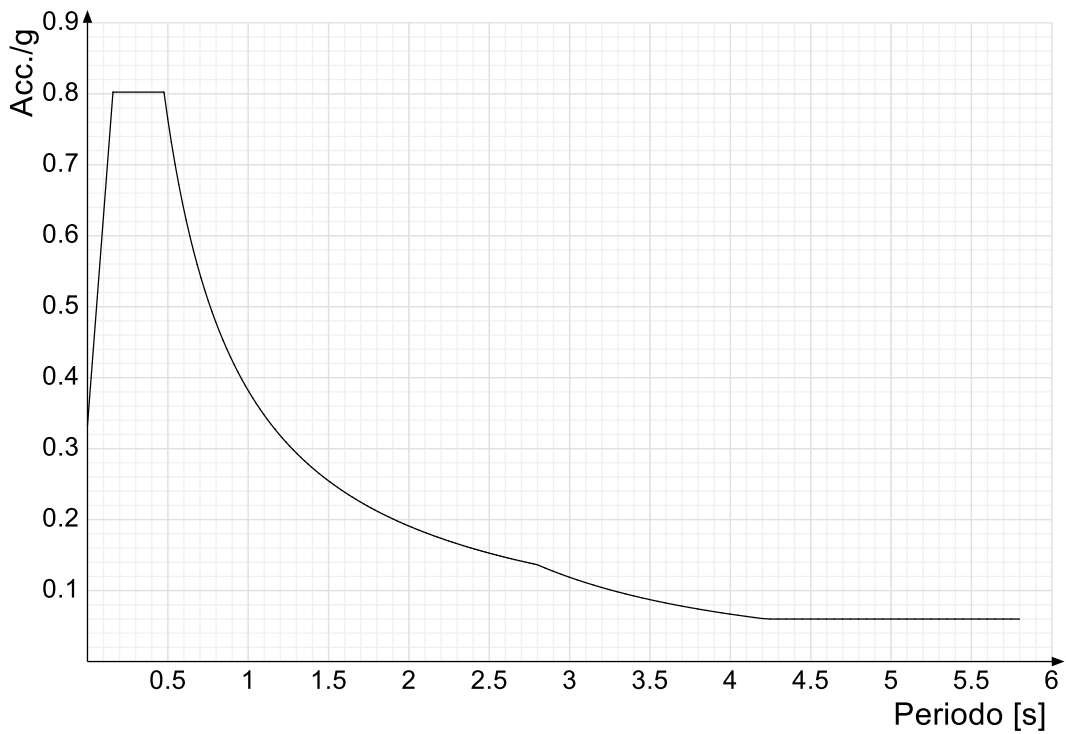
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 7.3.7.1



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



6 GEOMETRIA DELL'OPERA

Il tombino in oggetto è costituito da una struttura scatolare in c.a. gettato in opera, di dimensioni interne pari a 2.00 x 2.00 m, con pareti e platea di spessore pari a 40 cm e copertura di spessore pari a 40 cm. Lo sviluppo longitudinale dell'opera è di circa 38.00 m.

All'imbocco il tombino risulta privo di copertura e presenta una gradonata per seguire il profilo della scarpata esistente.

Per i dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

7 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

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

Posto il peso specifico del calcestruzzo ordinario armato intorno ai 25 kN/m^3 e considerando il tombino suddiviso nelle sue parti essenziali (copertura, fondazione, pareti), vale quanto segue:

7.1 COPERTURA TOMBINO

7.1.1 Carichi permanenti strutturali

Rilevato stradale ($h_{\text{media}}=2.15\text{m}$, $p.p = 18 \text{ kN/m}^3$)	<u>38.70</u> kN/m^2
Carico permanente strutturale totale G_{1k}	38.70 kN/m^2

7.1.2 Carichi permanenti non strutturali

Pacchetto stradale ($h=0.38$, $p.p = 24 \text{ kN/m}^3$)	<u>9.12</u> kN/m^2
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	9.12 kN/m^2

7.1.3 Carichi variabili traffico

Il tombino è ubicato al di sotto della sede stradale, costituita da due carreggiate di larghezza pari a 7.50 m ciascuna.

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

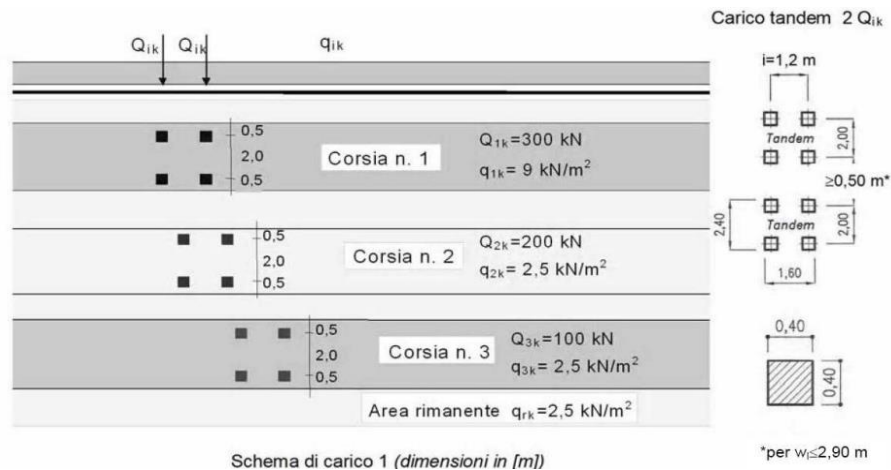
LARGHEZZA CARREGGIATA:	$w > 6,00\text{m} = 7.50 \text{ m}$
CORSIE CONVENZIONALI:	$n = 2$
LARGHEZZA CORSIE:	3,00m
LARGHEZZA DELLA ZONA RIMANENTE:	1.50m (equamente suddivisa sui due lati)

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

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

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

Relazione di calcolo tombino scatolare



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 kN/m^2 .

Le colonne di carico considerate sono pertanto le seguenti:

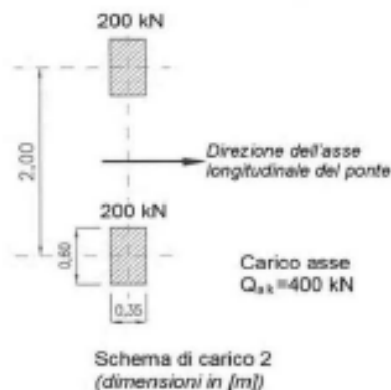
Corsia n. 1:

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

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



Lo schema costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza $0,60 \text{ m}$ ed altezza $0,35 \text{ m}$, come mostrato in figura. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a

riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

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

7.1.4 Frenatura

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

$$q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10 q_{1k} w_1 L = 367.56 \text{ kN}$$

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;

$L = 2.80 \text{ m}$, lunghezza della zona caricata.

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

$0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 2.80 = 367.56 \text{ kN}$ agente lungo la corsia di marcia e uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata. Pertanto si ha:

$$Q_3 = 367.56 / (2.80) = 131.27 \text{ kN/m}$$

7.2 PLATEA TOMBINO

7.2.1 Carichi permanenti strutturali

A vantaggio di sicurezza si considera un riempimento del tombino pari al massimo grado di riempimento, che corrisponde al 70% dell'altezza interna del tombino ($H=2.00 \times 0.70= 1.40 \text{ m}$).

Peso dell'acqua ($H_{max} = 1.40 \text{ m}$).....	14.00 kN/m ²
Carico permanente strutturale totale G_{1k}	14.00 kN/m²

7.3 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°.

7.4 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:

$\gamma_k = 18,0$ kN/m^3 peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35$ ° angolo di operativo attrito caratteristico.

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

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

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

γ_{sk}	25	kN/m ³	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	2,4	m	Altezza paramento
β	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
ψ	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
H	2,8	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

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

a_g	0,299	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_{0,1}$	2,411		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
T_c	0,351	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
C_w	1,356		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_c
S_w	1,111		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_t	1,000		Coefficiente di amplificazione topografica
S	1,111		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
a_{max}	0,333	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
β_{max}	1,00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
k_h	0,333		Coefficiente sismico orizzontale
k_v	0,166		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
k_v	-0,166		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
θ_{h1}	15,92	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
θ_{h2}	21,76	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

g_{1k}	g_{2k}	q_{1k}	Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento
0	0	20	
s_{g1k}	s_{g2k}	s_{q1k}	Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico
1	1	0,3	

Coefficiente parziale di sicurezza dei carichi

γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E	
1	1	1	1	-
1,3	1,5	1,5	-	-
1	1,3	1,3	-	-
1	1	1	1	1

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

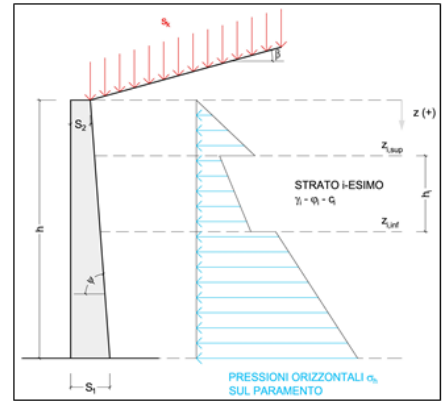
Coefficiente parziale di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

γ_c	γ_ϕ	γ_c	
1	1	1	-
1	1,25	1,25	-

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

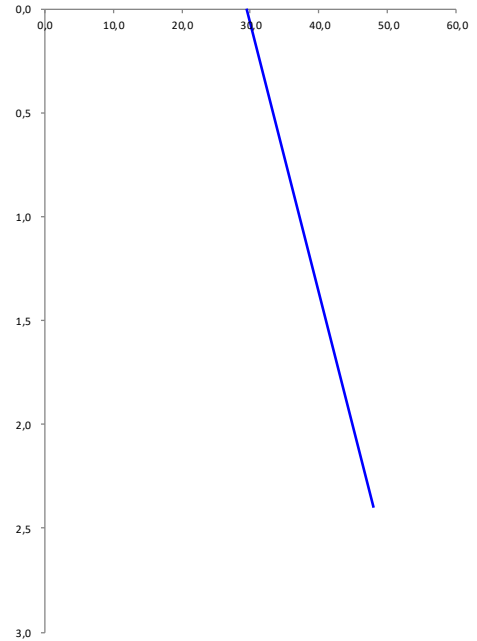
CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

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)			
				γ_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	δ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_c [kN/m ³]	ϕ_c [°]	δ_c [°]	c_c [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]	γ_c [kN/m ³]	ϕ_c [°]	δ_c [°]	c_c [kN/m ²]	$k_{0,d}$ [-]	$k_{s,d}$ [-]	$k_{sa,d}$ [-]	$k_{sb,d}$ [-]
1	0,00	2,40	2,40	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
2	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
3	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
4	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
5	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
6	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
7	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
8	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
9	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715
10	2,40	2,40	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	18,00	35,00	0,00	0,00	0,426	0,271	0,465	0,580	18,00	29,26	0,00	0,00	0,511	0,343	0,568	0,715



PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	z_{sup} / z_{inf} [m]	k_{hd} [-]	Tensione verticale illiostatica σ_{vd} [kN/m ²]		σ_{hd} Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	σ_{hd} Sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione della forza d'inerzia agente sul paramento [kN/m ²]	Pressione dell'incremento sismico di spinta [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	Pressione incremento sismico spinta sovraccarichi variabili [kN/m ²]	Pressione orizzontale totale di progetto $\sigma_{hd,tot}$ [kN/m ²]
			σ_{vd} Terreno [kN/m ²]	σ_{vd} [kN/m ²]									
1	0,00	0,43	0,0	0,00	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	29,48
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
2	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
3	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
4	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
5	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
6	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
7	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
8	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
9	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
10	2,40	0,43	43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90
	2,40		43,2	18,42	0,00	0,00	8,53	3,33	16,77	0,00	0,00	0,85	47,90



8 CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 CONDIZIONI DI CARICO

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

Descrizione	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pesi strutturali	Permanente			
Permanenti portati	Permanente			
Variabile traffico_TANDEM	Media	0.75	0.75	0
Variabile traffico_distribuito	Media	0.4	0.4	0
Spinta sismica terreno	Istantaneo	0	0	0
Frenatura	Media	0	1	0
ΔT	Media	0.6	0.6	0.5
Sisma X SLV				
Sisma Y SLV				
Sisma Z SLV				
Eccentricità Y per sisma X SLV				
Eccentricità X per sisma Y SLV				
Sisma X SLO				
Sisma Y SLO				
Sisma Z SLO				
Eccentricità Y per sisma X SLO				
Eccentricità X per sisma Y SLO				
Terreno sisma X SLV				
Terreno sisma Y SLV				
Terreno sisma Z SLV				
Terreno sisma X SLO				
Terreno sisma Y SLO				
Terreno sisma Z SLO				

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

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

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

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

Famiglia SLU

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

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

Relazione di calcolo tombino scatolare

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
109	SLU 109	1,3	1,5	0	0,6	0	1,5	0
110	SLU 110	1,3	1,5	0	0,6	0	1,5	0,9
111	SLU 111	1,3	1,5	0	1,5	0	0	-0,9
112	SLU 112	1,3	1,5	0	1,5	0	0	0
113	SLU 113	1,3	1,5	0	1,5	0	0	0,9
114	SLU 114	1,3	1,5	1,125	0	0	0	-1,5
115	SLU 115	1,3	1,5	1,125	0	0	0	1,5
116	SLU 116	1,3	1,5	1,125	0	0	1	-0,9
117	SLU 117	1,3	1,5	1,125	0	0	1	0
118	SLU 118	1,3	1,5	1,125	0	0	1	0,9
119	SLU 119	1,3	1,5	1,125	0,6	0	0	-1,5
120	SLU 120	1,3	1,5	1,125	0,6	0	0	1,5
121	SLU 121	1,3	1,5	1,125	0,6	0	1	-0,9
122	SLU 122	1,3	1,5	1,125	0,6	0	1	0
123	SLU 123	1,3	1,5	1,125	0,6	0	1	0,9
124	SLU 124	1,3	1,5	1,125	1,5	0	0	-0,9
125	SLU 125	1,3	1,5	1,125	1,5	0	0	0
126	SLU 126	1,3	1,5	1,125	1,5	0	0	0,9
127	SLU 127	1,3	1,5	1,5	0	0	0	-0,9
128	SLU 128	1,3	1,5	1,5	0	0	0	0
129	SLU 129	1,3	1,5	1,5	0	0	0	0,9
130	SLU 130	1,3	1,5	1,5	0,6	0	0	-0,9
131	SLU 131	1,3	1,5	1,5	0,6	0	0	0
132	SLU 132	1,3	1,5	1,5	0,6	0	0	0,9

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	1	1	0	0	0	1	-0,6
5	SLE RA 5	1	1	0	0	0	1	0
6	SLE RA 6	1	1	0	0	0	1	0,6
7	SLE RA 7	1	1	0	0,4	0	0	-1
8	SLE RA 8	1	1	0	0,4	0	0	1
9	SLE RA 9	1	1	0	0,4	0	1	-0,6
10	SLE RA 10	1	1	0	0,4	0	1	0
11	SLE RA 11	1	1	0	0,4	0	1	0,6
12	SLE RA 12	1	1	0	1	0	0	-0,6
13	SLE RA 13	1	1	0	1	0	0	0
14	SLE RA 14	1	1	0	1	0	0	0,6
15	SLE RA 15	1	1	0,75	0	0	0	-1
16	SLE RA 16	1	1	0,75	0	0	0	1
17	SLE RA 17	1	1	0,75	0	0	1	-0,6
18	SLE RA 18	1	1	0,75	0	0	1	0
19	SLE RA 19	1	1	0,75	0	0	1	0,6
20	SLE RA 20	1	1	0,75	0,4	0	0	-1
21	SLE RA 21	1	1	0,75	0,4	0	0	1
22	SLE RA 22	1	1	0,75	0,4	0	1	-0,6
23	SLE RA 23	1	1	0,75	0,4	0	1	0
24	SLE RA 24	1	1	0,75	0,4	0	1	0,6
25	SLE RA 25	1	1	0,75	1	0	0	-0,6
26	SLE RA 26	1	1	0,75	1	0	0	0
27	SLE RA 27	1	1	0,75	1	0	0	0,6
28	SLE RA 28	1	1	1	0	0	0	-0,6
29	SLE RA 29	1	1	1	0	0	0	0
30	SLE RA 30	1	1	1	0	0	0	0,6
31	SLE RA 31	1	1	1	0,4	0	0	-0,6
32	SLE RA 32	1	1	1	0,4	0	0	0
33	SLE RA 33	1	1	1	0,4	0	0	0,6

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0,6
3	SLE FR 3	1	1	0	0,4	0	1	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0,4	0	1	0,5
5	SLE FR 5	1	1	0,75	0	0	1	0

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

Famiglia SLE quasi permanente

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

Famiglia SLO

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

Nome	Nome breve	Y SLO	Z SLO	EY SLO	EX SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0
17	SLO 17	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
18	SLO 18	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
19	SLO 19	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
20	SLO 20	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
21	SLO 21	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
22	SLO 22	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

Famiglia SLD

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

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

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

Famiglia SLV

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	-0.5	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	-0.5	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	1	0	-0.5	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
14	SLV 14	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
15	SLV 15	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
16	SLV 16	1	1	0	0	1	0	-0.5	1
17	SLV 17	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
18	SLV 18	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
19	SLV 19	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
20	SLV 20	1	1	0	0	1	0	0.5	-1
21	SLV 21	1	1	0	0	1	0	0.5	-0.3

Relazione di calcolo tombino scatolare

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

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

Famiglia SLV fondazioni

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

Relazione di calcolo tombino scatolare

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile traffico_TANDEM	Variabile traffico_distribuito	Spinta sismica terreno	Frenatura	ΔT	X SLV
19	SLV FO 19	1	1	0	0	1	0	0,5	-1
20	SLV FO 20	1	1	0	0	1	0	0,5	-1
21	SLV FO 21	1	1	0	0	1	0	0,5	-0,3
22	SLV FO 22	1	1	0	0	1	0	0,5	-0,3
23	SLV FO 23	1	1	0	0	1	0	0,5	-0,3
24	SLV FO 24	1	1	0	0	1	0	0,5	-0,3
25	SLV FO 25	1	1	0	0	1	0	0,5	0,3
26	SLV FO 26	1	1	0	0	1	0	0,5	0,3
27	SLV FO 27	1	1	0	0	1	0	0,5	0,3
28	SLV FO 28	1	1	0	0	1	0	0,5	0,3
29	SLV FO 29	1	1	0	0	1	0	0,5	1
30	SLV FO 30	1	1	0	0	1	0	0,5	1
31	SLV FO 31	1	1	0	0	1	0	0,5	1
32	SLV FO 32	1	1	0	0	1	0	0,5	1

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

9 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

9.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

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

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

9.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

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

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

9.3 GIUDIZIO MOTIVATO SULL'ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DEI CALCOLI

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

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

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

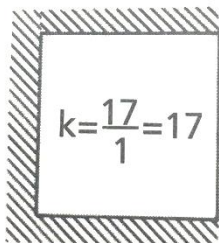
Si riporta, pertanto, di seguito il calcolo delle sollecitazioni sulla porzione di sbocco della copertura del tombino scatolare, schematizzandola come piastra omogenea e isotropa vincolata alle estremità su tre lati, sulla quale agisce il carico distribuito dovuto all'azione accidentale del terreno a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

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

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

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

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



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

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

$$l_y = 2.80 \text{ m}$$

$$p_{\text{tot}} = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

Le azioni risultano pertanto come segue:

$$p_x = 1.95 \text{ kN/m}$$

$$p_y = 0.55 \text{ kN/m}$$

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

$$M_x = p_x l_x^2 / 2 = 0.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_y = p_y l_y^2 / 12 = 0.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{xx} = 1.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{yy} = 0.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

9.4 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

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

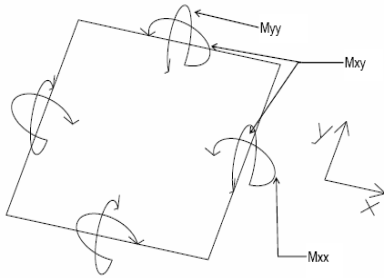
9.4.1 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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

- sforzo normale F1 (N): viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di sforzo normale positivo (di trazione) viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F2: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 2. Nel caso di F2 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 2 positivo;
- F3: viene rappresentato nel piano individuato dagli assi 1 e 3. Nel caso di F3 positivo viene disegnato lungo l'asta dalla parte del semiasse 3 positivo;

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

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



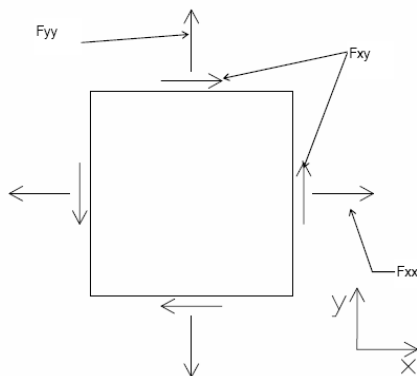
si definiscono:

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

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

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

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



Si definiscono:

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

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:

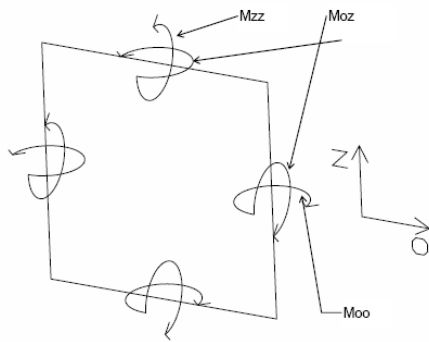
V_x : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

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.

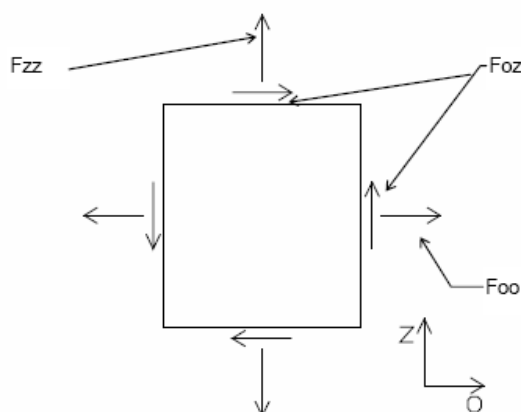
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{oo} , M_{zz} , M_{oz} .



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:



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

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

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

10 RISULTATI DELL'ANALISI

La struttura è stata modellata con analisi agli elementi finiti (FEM), mediante il software Sismicad 12.18 della Concrete.

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

10.1 DATI INPUT MODELLAZIONE

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

1 Dati generali

1.1 Materiali

1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [kN/m²]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [kN/m³]

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

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

1.1.2 Curve di materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva: curva caratteristica.

Reaz.traz.: reagisce a trazione.

Comp.frag.: ha comportamento fragile.

E.compr.: modulo di elasticità a compressione. [kN/m²]

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/m²]

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_{yk}: resistenza caratteristica. [kN/m²]

σ_{amm.}: tensione ammissibile. [kN/m²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [kN/m²]

γ: peso specifico del materiale. [kN/m³]

Poisson: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

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

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

Descrizione	f _{yk}	σ _{amm.}	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
B450C_1	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 normativa		
Analisi		
Normativa	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2	
Vn	50	
Classe d'uso	IV	
Vr	100	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Località	Ascoli Piceno, Acquasanta Terme, Favallanciata; Latitudine ED50 42,7639° (42° 45' 50"); Longitudine ED50 13,3599° (13° 21' 36");	
	Altitudine s.l.m. 473,69 m.	
Zona sismica	Zona 2	
Categoria del suolo	B - sabbie dense o argille consistenti	
Categoria topografica	T1	
Ss orizzontale SLO	1.2	
Tb orizzontale SLO	0.137	[s]
Tc orizzontale SLO	0.41	[s]
Td orizzontale SLO	1.995	[s]
Ss orizzontale SLD	1.2	
Tb orizzontale SLD	0.141	[s]
Tc orizzontale SLD	0.423	[s]
Td orizzontale SLD	2.106	[s]
Ss orizzontale SLV	1.11	
Tb orizzontale SLV	0.159	[s]
Tc orizzontale SLV	0.476	[s]
Td orizzontale SLV	2.798	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	60.21	
Ag/g SLO	0.0988	
Fo SLO	2.38	
Tc* SLO	0.291	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	101	
Ag/g SLD	0.1264	
Fo SLD	2.341	
Tc* SLD	0.303	
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	949.12	
Ag/g SLV	0.2994	
Fo SLV	2.411	
Tc* SLV	0.351	
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio C.A.	Si	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	7.5	[m]
C1	0.05	
T1	0.227	[s]
Lambda SLO	0.85	
Lambda SLD	0.85	
Lambda SLV	0.85	
Lambda verticale	0.85	
Torsione accidentale semplificata	No	

Torsione accidentale per piani (livelli e falde) flessibili	No	
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano -1"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano -1"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 2"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 2"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 4"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 4"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 3"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 3"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 5"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 5"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 6"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 6"	0	[m]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 7"	0	[m]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 7"	0	[m]
Limite spostamenti interpiano	0.005	
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1	
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1	
Fattore di struttura per sisma X	1	
Fattore di struttura per sisma Y	1	
Fattore di struttura per sisma Z	1	
Applica 1% (§ 3.1.1)	No	
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3	
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali Indagate	1.7	
Verifiche C.A.		
Normativa	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)	
γ_s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
γ_c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione rara	0.6	
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite σ_f/f_{yk} in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4.1	0.0002[m]	
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4.1	0.0003[m]	
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4.1	0.0004[m]	
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	No	
Copriferro secondo EC2	No	
2.1.4 Preferenze FEM		
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.5[m]	
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.5[m]	
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.5[m]	
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	

Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1
Tolleranza di parallelismo	4.99[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1[m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	AspenTech MA57
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico
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]

2.3 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]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Piano -1	-0.4	0.4
L2	Fondazione	0	0.4
L3	Piano 1	2.4	0.4
L4	Piano 2	3	0
L5	Piano 4	4	0
L6	Piano 3	4.8	0
L7	Piano 5	5	0
L8	Piano 6	6	0
L9	Piano 7	7.5	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	Piano 1 - Piano 3	Piano 1	Piano 3
T3	Piano -1 - Piano 3	Piano -1	Piano 3
T4	Piano 2 - Piano 3	Piano 2	Piano 3

Relazione di calcolo tombino scatolare

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T5	Piano 4 - Piano 5	Piano 4	Piano 5
T6	Piano 6 - Piano 7	Piano 6	Piano 7
T7	Piano 5 - Piano 6	Piano 5	Piano 6
T8	Piano -1 - Piano 2	Piano -1	Piano 2
T9	Piano 2 - Piano 4	Piano 2	Piano 4
T10	Piano 1 - Piano 3	Piano 1	Piano 3

2.2 Azioni e carichi

2.2.5 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	Valori						
		Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	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

2.2.6 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]

Relazione di calcolo tombino scatolare

Nome	Valori												
	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
FRENAMENTO	Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile traffico_distribuito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	0	0	131.3	131.3	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/m²]

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

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
COPERTURA	Pesi strutturali	38.7	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_1	Pesi strutturali	38.7	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	9	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
VARIABILE_TRAFFICO_DISTRIBUITO_CORSIA_2_3	Pesi strutturali	38.7	Verticale
	Permanenti portati	9.12	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	2.5	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale
PLATEA	Pesi strutturali	14	Verticale
	Permanenti portati	0	Verticale
	Variabile traffico_TANDEM	0	Verticale
	Variabile traffico_distribuito	0	Verticale
	Spinta sismica terreno	0	Verticale
	Frenatura	0	Verticale

2.2.8 Definizioni di carichi termici

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

ΔT faccia interna: variazione di temperatura della faccia interna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

ΔT faccia esterna: variazione di temperatura della faccia esterna dell'elemento rispetto alla temperatura di costruzione. [°C]

Nome	ΔT faccia interna	ΔT faccia esterna
VARIAZIONE TERMICA	15	15

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/m²]

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

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m²]

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	0	2.4	18.42	0
	Permanenti portati	0	2.4	0	0
	Variabile traffico_TANDEM	0	2.4	0	0
	Variabile traffico_distribuito	8.53	2.4	8.53	0
	Spinta sismica terreno	16.77	2.4	16.77	0
	Frenatura	0	2.4	0	0

10.2 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

10.2.1 Applicazione carichi

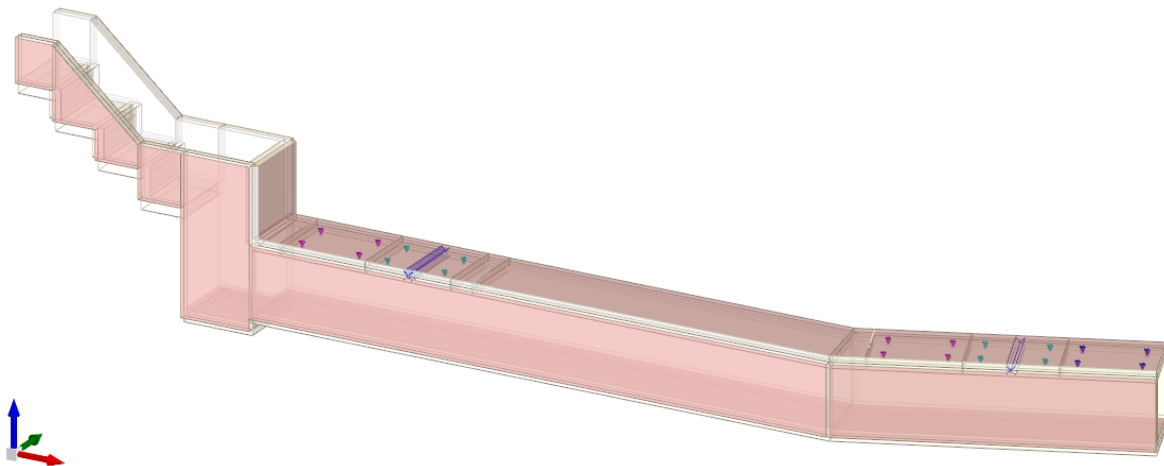


Figura 1 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

Relazione di calcolo tombino scatolare

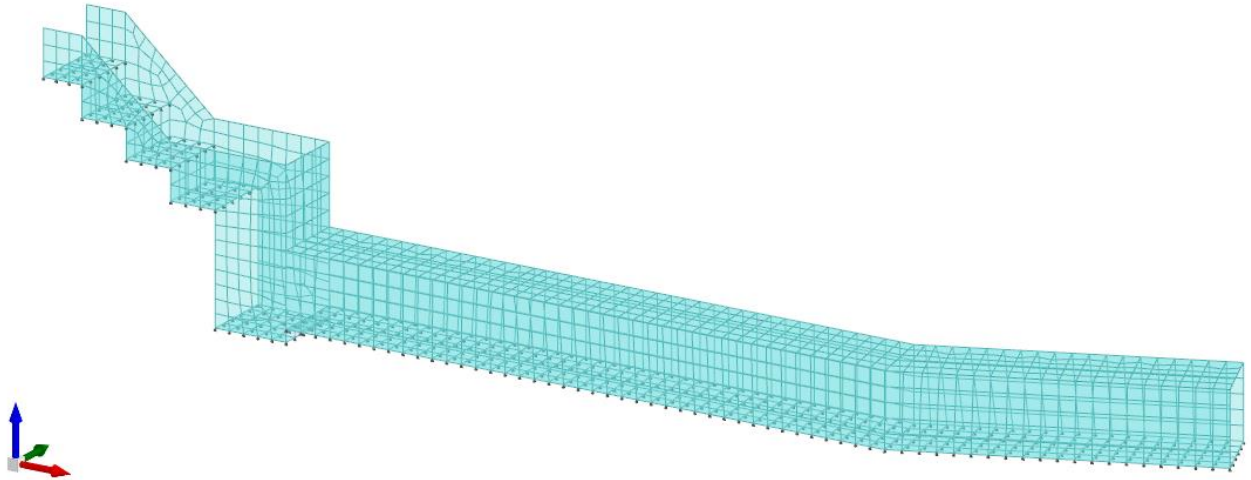


Figura 2 - Rappresentazione Grafica del Modello di Calcolo

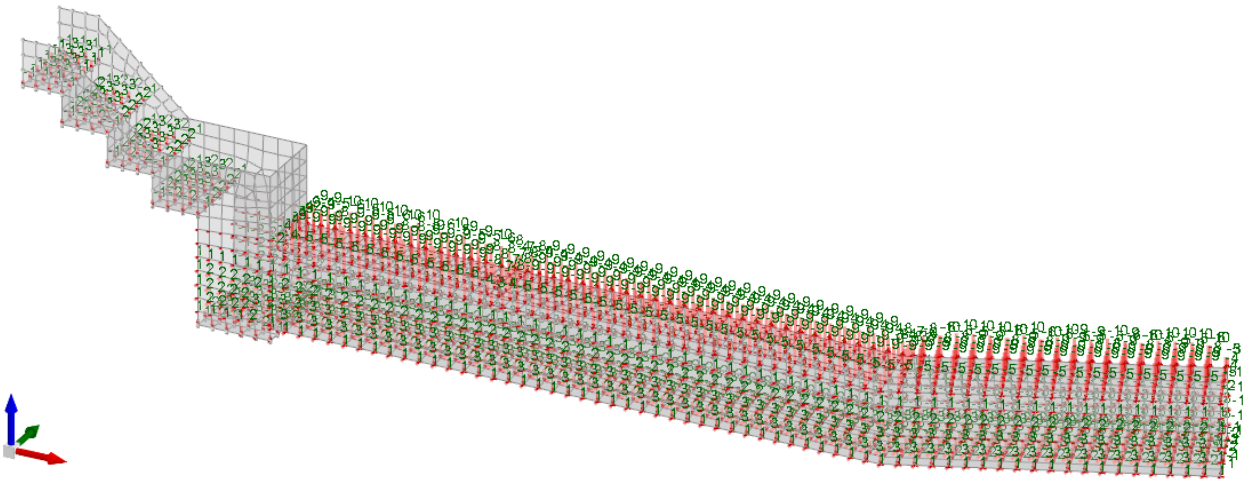


Figura 3 - Condizione permanenti strutturali

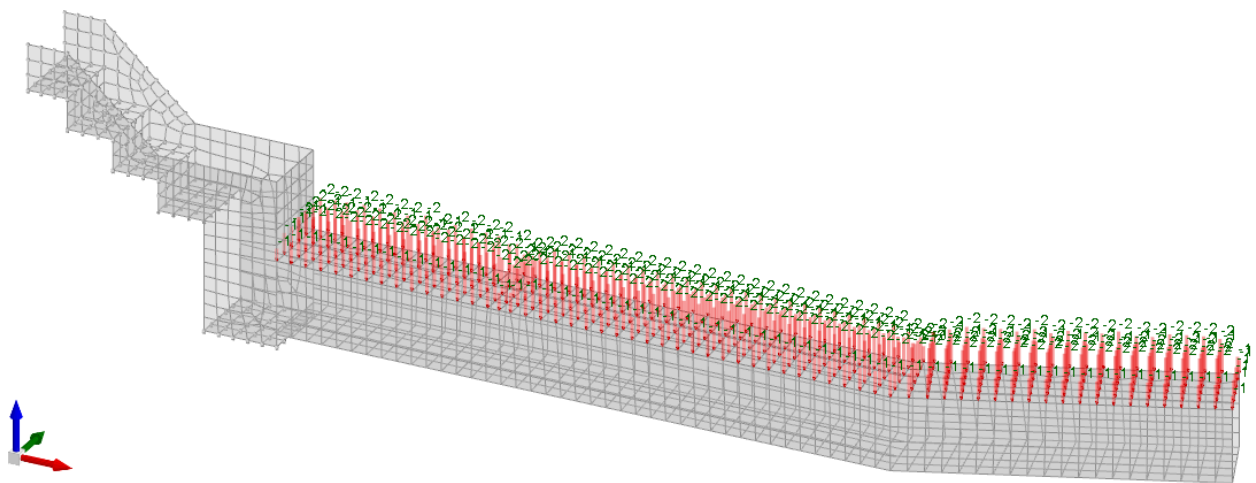


Figura 4 - Condizione permanenti non strutturali

Relazione di calcolo tombino scatolare

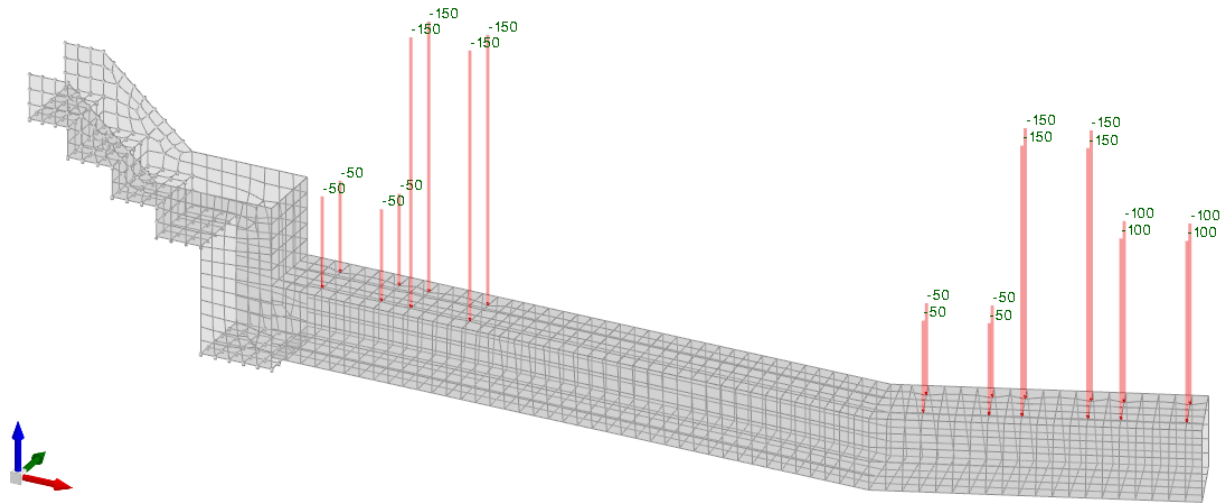


Figura 5 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi concentrati)

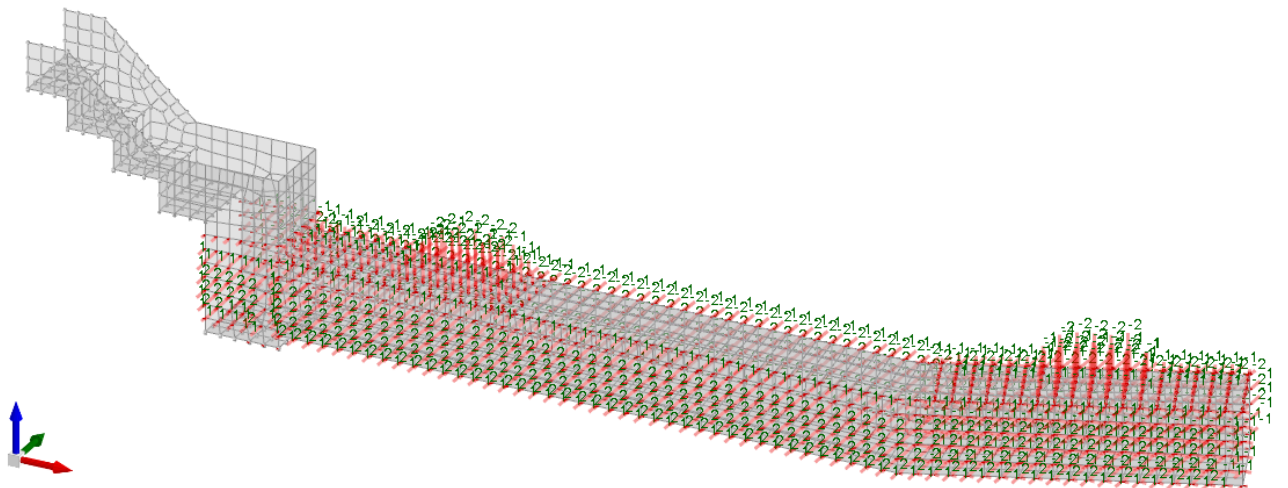


Figura 6 - Condizione sovraccarico variabile traffico (carichi distribuiti)

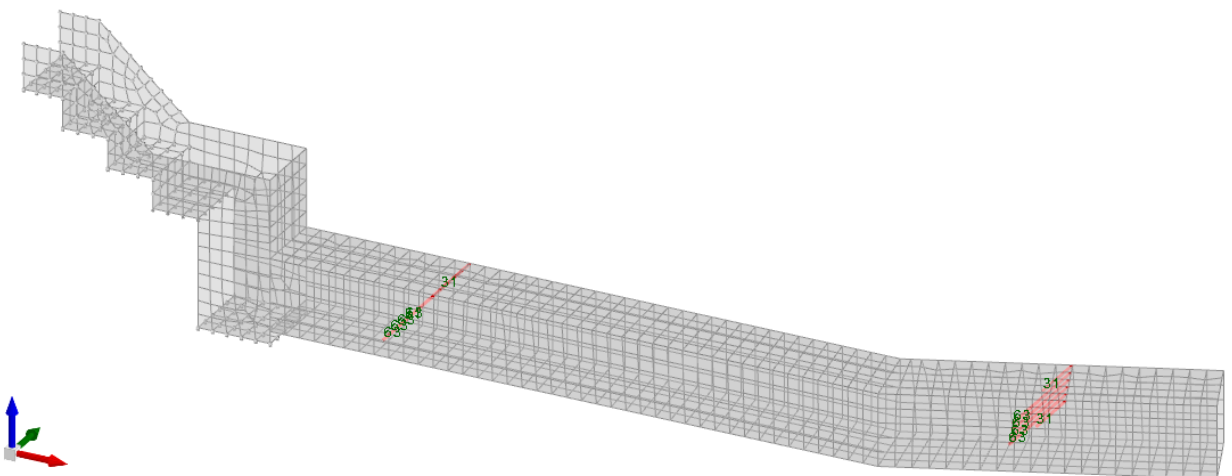


Figura 7 - Condizione frenatura

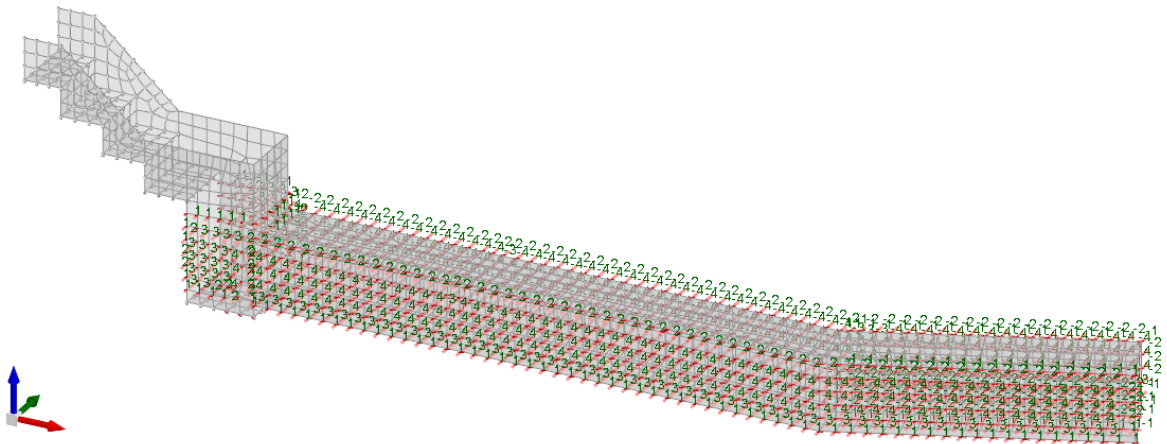


Figura 8 - Condizione spinta sismica terreno

10.2.2 Risultati Sollecitazioni

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

I valori delle sollecitazioni sono espressi in kN, m.

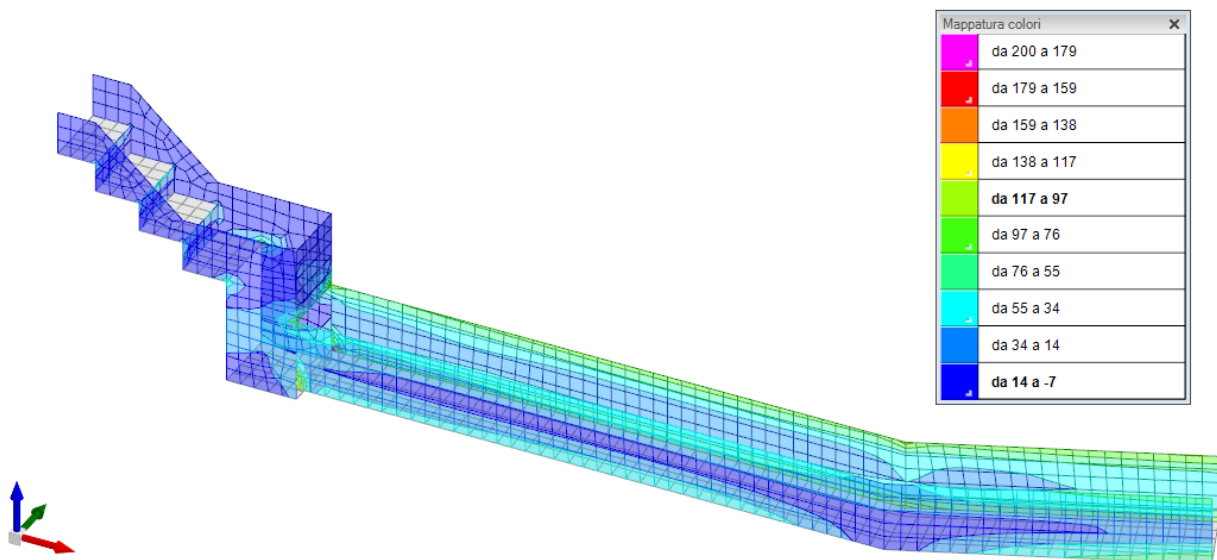


Figura 9 - Involuppo momento flettente Mzz (Involuppi SLU-SLV)

Relazione di calcolo tombino scatolare

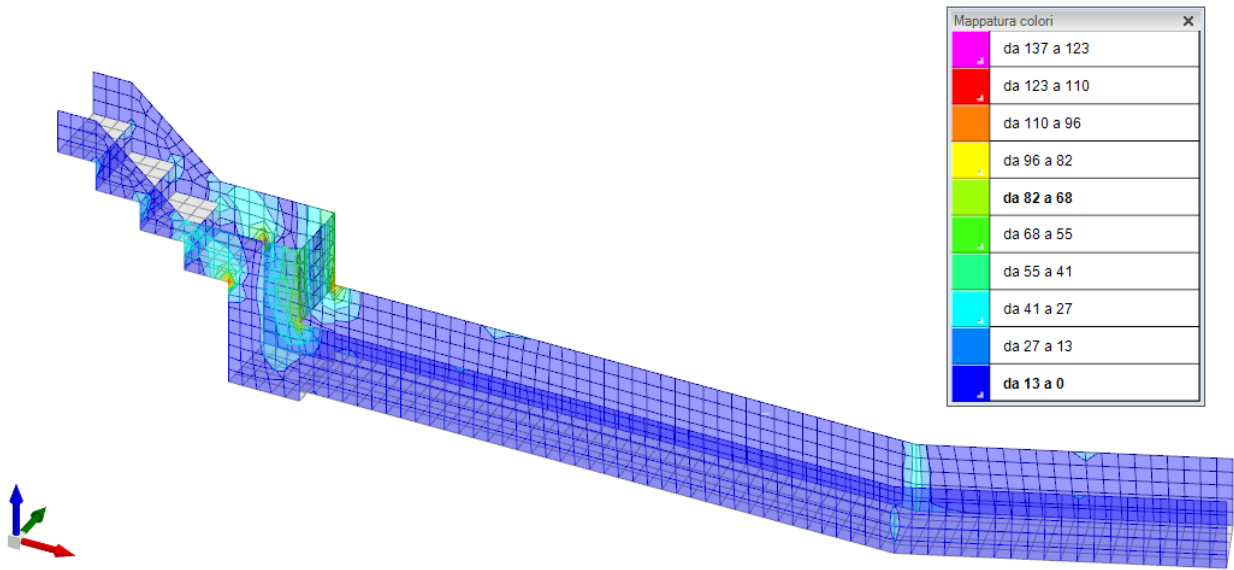


Figura 10 - Involuppo momento flettente Moo (Involuppi SLU-SLV)

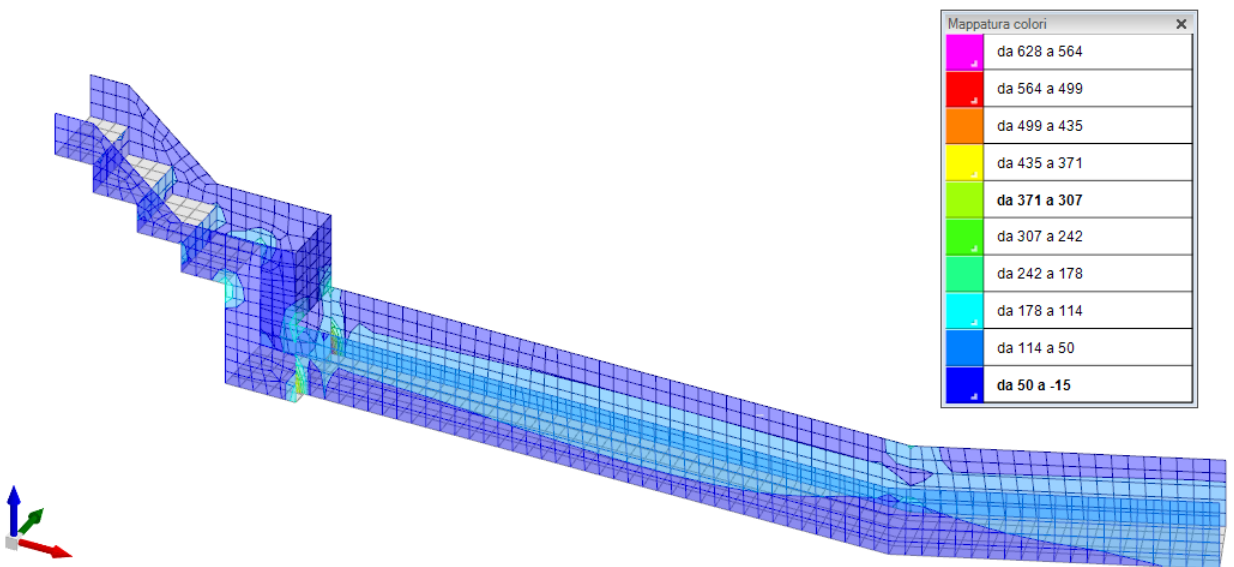


Figura 11 - Involuppo sforzo di taglio Vz (Involuppi SLU/SLV)

Relazione di calcolo tombino scatolare

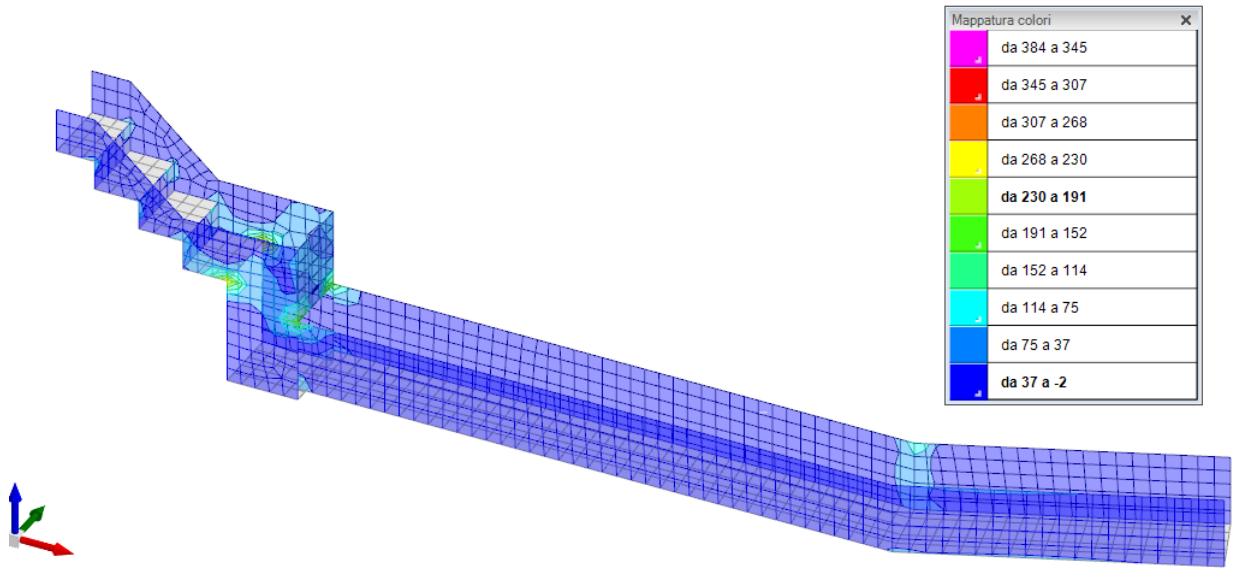


Figura 12 - Involuppo sforzo di taglio V_0 (Involuppi SLU/SLV)

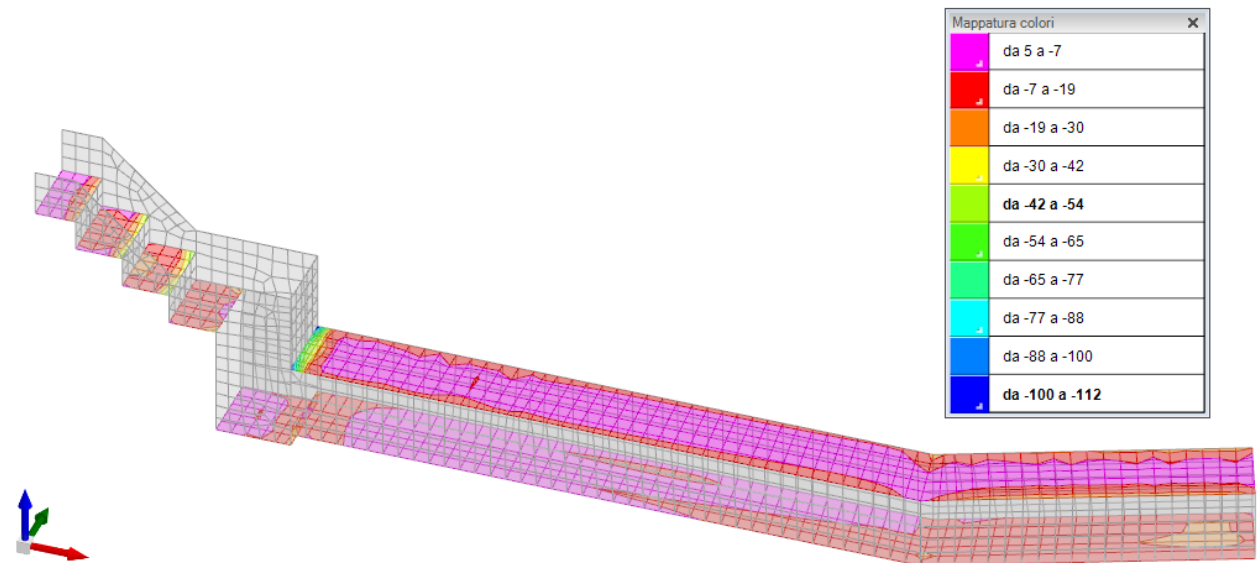


Figura 13 - Involuppo momento flettente M_{xx} (Involuppi SLU/SLV)

Relazione di calcolo tombino scatolare

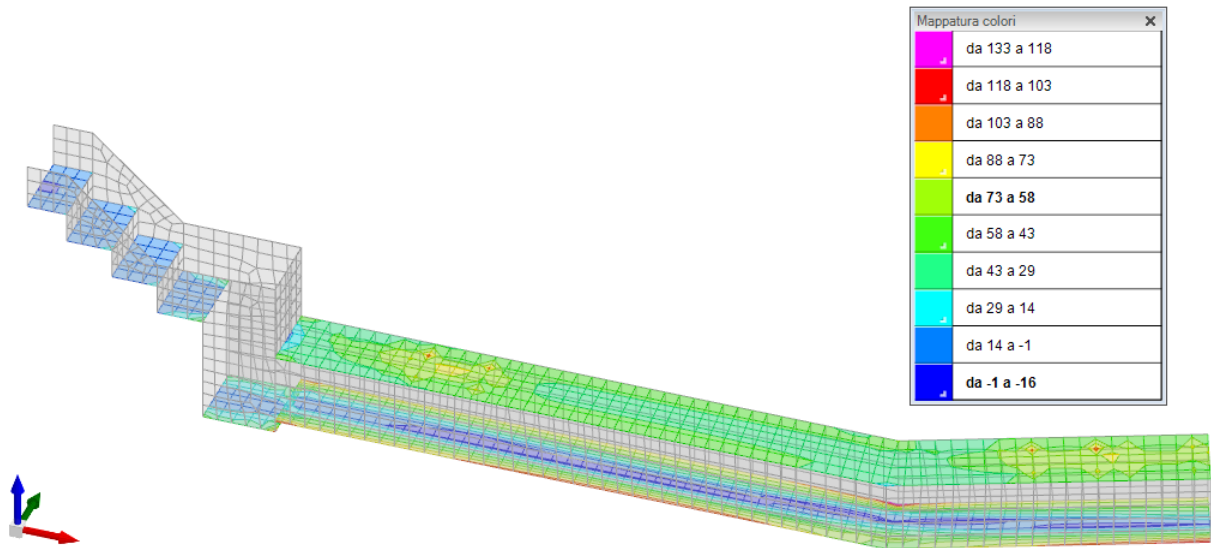


Figura 14 - Inviluppo momento flettente Myy (Inviluppi SLU-SLV)

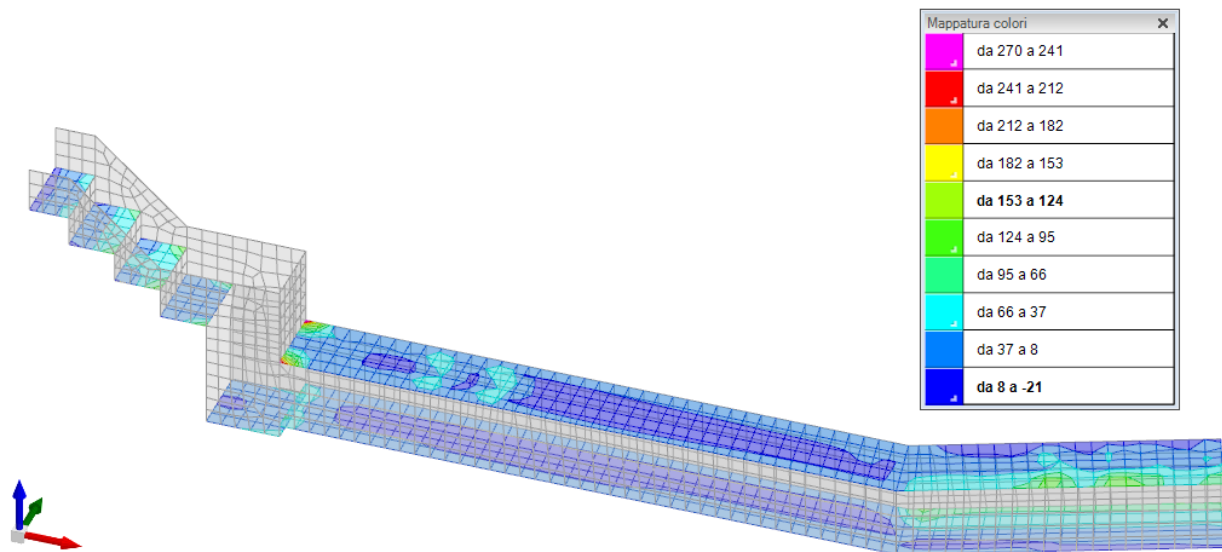


Figura 15 - Inviluppo sforzo di taglio Vx (Inviluppi SLU/SLV)

Relazione di calcolo tombino scatolare

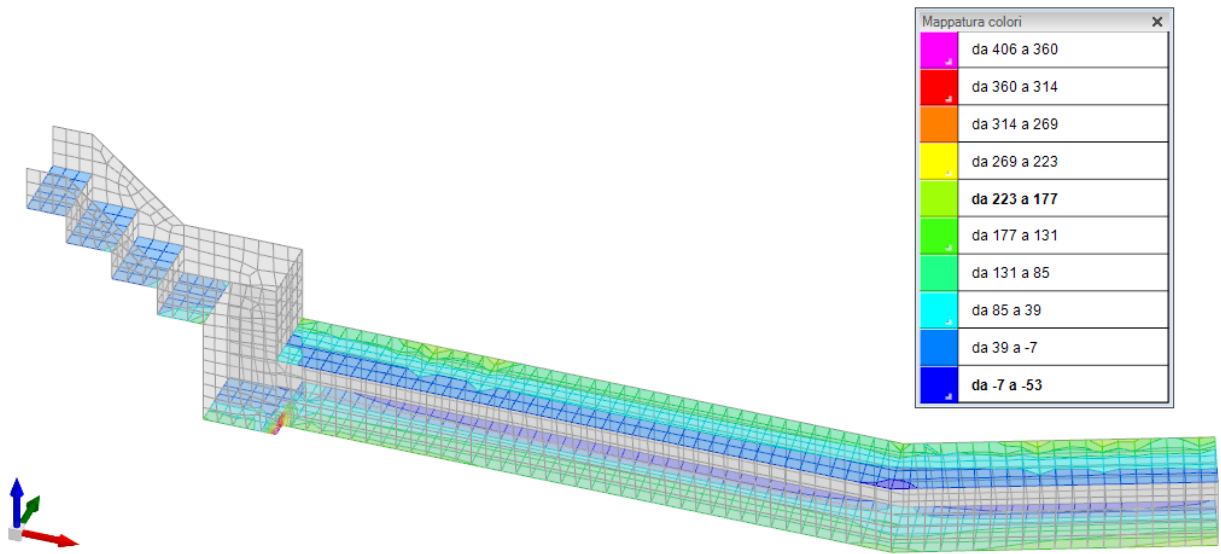


Figura 16 - Inviluppo sforzo di taglio Vy (Inviluppi SLU/SLV)

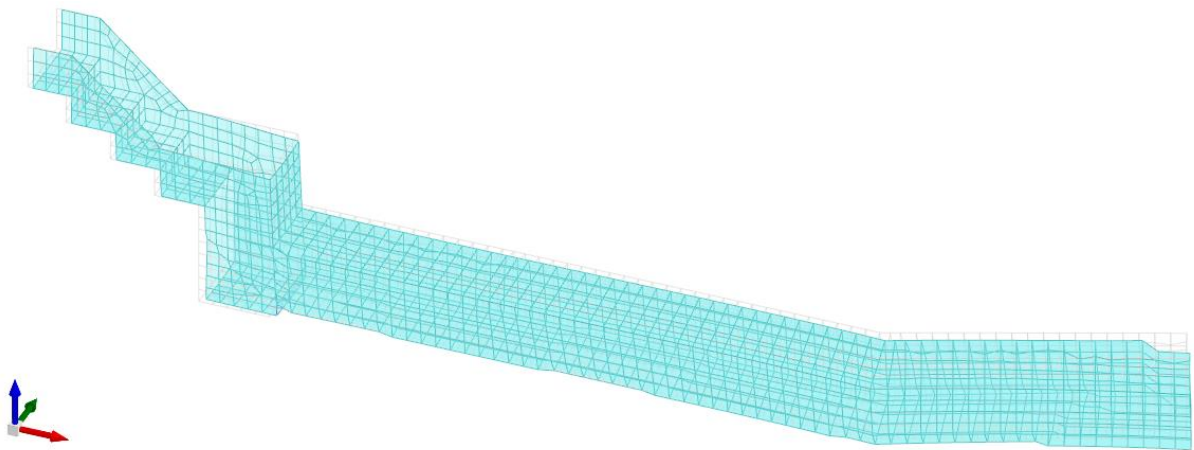


Figura 17 – Spostamenti condizione sisma X SLV

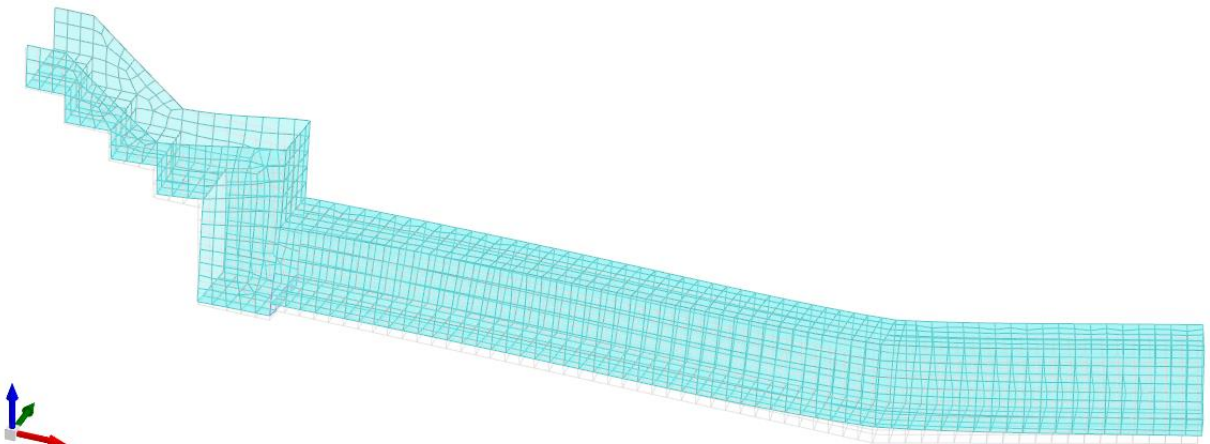


Figura 18 – Spostamenti condizione sisma Y SLV

10.3 VERIFICHE STRUTTURALI

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

10.3.1 Verifiche copertura

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

Caratteristiche dei materiali
Acciaio: B450C Fyk 450000
Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (16.946; 58.522; 2.4), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

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
984	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 114	-45.9145	334.93	-46.1186	336.42	1.0044	Si
1028	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLU 114	-80.2936	382.66	-113.8992	542.82	1.4185	Si
1187	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLU 114	-81.0514	374.53	-115.3743	533.13	1.4235	Si
1278	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLV 9	2.9688	393.64	4.3567	577.66	1.4675	Si
1273	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLV 9	2.4315	378.22	3.7361	581.15	1.5365	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
984	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 3	27.6801	-213.5	-2725	19920	15	Si
1187	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLE RA 3	42.6774	-235.35	-1929	19920	15	Si
1028	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLE RA 3	41.7957	-239.37	-1910	19920	15	Si
1174	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 30	54.6342	-22.34	-1867	19920	15	Si
1137	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 33	52.581	-23.14	-1801	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
984	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	-30.739	222.5	35562	360000	15	Si
1028	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLE RA 15	-53.8785	255.36	27194	360000	15	Si
1187	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLE RA 15	-54.383	249.93	27181	360000	15	Si
1083	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 15	-46.1988	47.6	17103	360000	15	Si
1133	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 15	-45.9819	43.69	16899	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

10.3.2 Verifiche pareti

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

Q.inf.: quota inferiore [m]

Q.sup.: quota superiore [m]

Sezione: sezione impiegata

Esistente: campata esistente

Secondaria: campata secondaria

Dissipativa: campata dissipativa

Sovreresistenza: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica

Materiale CLS: materiale calcestruzzo impiegato

Materiale Acciaio: materiale/i acciaio impiegato/i

FC: fattore di confidenza riferito al materiale CLS

Posizione: posizione della barra

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

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

Diametro: diametro nominale della barra [m]

Area: area nominale della barra [m²]

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 [m²]
%: percentuale di acciaio
At: area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione [m²]
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_{f,k}: deformazione ultima utilizzata per l'acciaio [%]
C.S.: coefficiente di sicurezza minimo
N_{min}: compressione massima [kN]
N_{lim}: compressione limite [kN]
Comb.N_{min}: 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_{c,max}: tensione massima sul calcestruzzo [kN/m²]
σ_{f,max}: tensione massima sull'acciaio [kN/m²]

Parete principale 1 + scivolo

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Piano -1	-0.4	0.4
L2	Fondazione	0	0.4
L3	Piano 1	2.4	0.4
L4	Piano 2	3	0
L5	Piano 4	4	0
L6	Piano 3	4.8	0
L7	Piano 5	5	0
L8	Piano 6	6	0
L9	Piano 7	7.5	0

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1416 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
1271 Prosp.A	Verticale	0.7	0.4	0.0616	0.0462	0.057	0.057
941 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
834 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
1564 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0283	0.0385	0.056	0.057

Relazione di calcolo tombino scatolare

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
1241 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.2077	0.0653	0.0697	0.071
1240 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.2077	0.0653	0.0697	0.071
1242 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.2077	0.0653	0.0697	0.071
1245 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.2077	0.0653	0.0697	0.071
1244 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.2077	0.0653	0.0697	0.071
1527 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0535	0.0535	0.0674	0.0674
1368 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
1448 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
1416 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-6.8028	559.79	-6.8938	567.28	1.0134	Si
1271 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-4.564	322.16	-4.9896	352.2	1.0933	Si
941 Prosp.A	Verticale	SLV 9	-5.5327	522.66	-6.0548	571.99	1.0944	Si
834 Prosp.A	Verticale	SLV 7	51.6561	266.07	58.0757	299.14	1.1243	Si
1564 Prosp.A	Verticale	SLU 114	1.9489	191.48	2.2528	221.33	1.1559	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrzd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
485 Prosp.A	Orizzontale	0.326	1	Non necessaria	0	SLV 25	-177.24	-75.17	13.1057	184.96	961.2	0	184.96	2.5	0.0015708	1.0436	Si
484 Prosp.A	Orizzontale	0.326	1	Non necessaria	0	SLV 25	-149.37	-24.26	-9.6773	178.74	954.76	0	178.74	2.5	0.0015708	1.1966	Si
1273 Prosp.A	Orizzontale	0.33	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	78.27	-92.84	49.2376	102.39	493.91	0	102.39	2.5	0.0008539	1.3082	Si
525 Prosp.A	Orizzontale	0.324	0.5	Non necessaria	0	SLV 21	-73.28	-119.88	22.3968	107.75	488.36	0	107.75	2.5	0.0009425	1.4703	Si
943 Prosp.A	Orizzontale	0.326	0.5	Non necessaria	0	SLV 23	78.26	-98.55	13.3603	122.51	488.49	0	122.51	2.5	0.0015582	1.5653	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1241 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 22	51.7899	-156.06	No	-2167	19920	15	9.1937	Si
1240 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 22	49.8428	-151.17	No	-2088	19920	15	9.5418	Si
1242 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 22	50.4318	-141.35	No	-2083	19920	15	9.5609	Si
1245 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 22	49.5853	-147.48	No	-2070	19920	15	9.6249	Si
1244 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 22	48.7422	-139.11	No	-2020	19920	15	9.862	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
1416 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-4.607	376.3	No	15043	360000	15	23.9312	Si
1527 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-1.6086	199.71	No	15034	360000	15	23.9459	Si
1368 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-7.4265	299.19	No	13351	360000	15	26.9636	Si
1448 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	5.2249	320.8	No	13304	360000	15	27.0595	Si
834 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-5.0827	320.16	No	13229	360000	15	27.2136	Si

Parete principale 2 + scivolo

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Piano -1	-0.4	0.4
L2	Fondazione	0	0.4
L3	Piano 1	2.4	0.4
L4	Piano 2	3	0
L5	Piano 4	4	0
L6	Piano 3	4.8	0
L7	Piano 5	5	0
L8	Piano 6	6	0
L9	Piano 7	7.5	0

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
849 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
837 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
980 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
1365 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.077	0.077	0.057	0.057
1500 Prosp.A	Verticale	0.8964	0.4	0.0616	0.0616	0.0571	0.057
993 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0653	0.2135	0.071	0.0698
997 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0653	0.2135	0.071	0.0698
992 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0653	0.2135	0.071	0.0698
994 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0653	0.2135	0.071	0.0698
998 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.0653	0.2135	0.071	0.0698
984 Prosp.A	Verticale	0.7	0.4	0.1	0.1154	0.057	0.057
1418 Prosp.A	Verticale	0.95	0.4	0.1539	0.1539	0.057	0.057
1514 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.0849	0.0849	0.0647	0.0646

Verifiche a flessione SLU NTC08 §4.1.2.1.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
849 Prosp.A	Verticale	SLU 119	-11.3859	511.53	-12.054	541.54	1.0587	Si
837 Prosp.A	Verticale	SLV 5	-45.4892	313.76	-49.8251	343.67	1.0953	Si
980 Prosp.A	Verticale	SLU 119	11.4707	486.5	12.6848	537.99	1.1058	Si
1365 Prosp.A	Verticale	SLU 119	12.8622	471.54	14.4345	529.19	1.1222	Si
1500 Prosp.A	Verticale	SLU 48	-2.1154	412.41	-2.4101	469.87	1.1393	Si

Verifiche a taglio SLU NTC08 §4.1.2.1.3

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrzd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
431 Prosp.A	Orizzontale	0.326	1	Non necessaria	0	SLV 11	173.46	-33.18	-5.4502	190.44	955.89	0	190.44	2.5	0.0018727	1.0979	Si
430 Prosp.A	Orizzontale	0.325	1	Non necessaria	0	SLV 11	149.69	-13.47	12.8495	188.21	950.85	0	188.21	2.5	0.001885	1.2574	Si
984 Prosp.A	Verticale	0.343	0.7	Non necessaria	0	SLV 9	-94.77	293.76	-61.2258	127.93	700.89	109.98	127.93	2.5	0.0011543	1.3499	Si
1360 Prosp.A	Orizzontale	0.325	0.886	Non necessaria	0	SLV 11	-107.41	-156.01	-20.8269	180.87	859.73	0	180.87	2.5	0.0015708	1.6839	Si
848 Prosp.A	Orizzontale	0.326	1	Non necessaria	0	SLV 9	-119.46	93.86	-37.266	213.46	952.91	0	213.46	2.5	0.0028086	1.7869	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo NTC08 §4.1.2.2.5.1

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
993 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-43.632	-187.1	No	-1963	19920	15	10.1487	Si
997 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-41.67	-178.03	No	-1873	19920	15	10.636	Si
992 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-41.3523	-172.5	No	-1848	19920	15	10.7778	Si
994 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-39.0151	-158.37	No	-1733	19920	15	11.4953	Si
998 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 33	-38.4966	-148	No	-1689	19920	15	11.7921	Si

Verifiche SLE tensione acciaio NTC08 §4.1.2.2.5.2

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
984 Prosp.A	Verticale	SLE RA 15	4.8489	312.64	No	17562	360000	15	20.4983	Si
1418 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-5.5572	382.89	No	15459	360000	15	23.2873	Si
1514 Prosp.A	Verticale	SLE RA 15	-1.4892	213.04	No	15190	360000	15	23.6992	Si
849 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	-7.9651	340.76	No	15024	360000	15	23.9621	Si
980 Prosp.A	Verticale	SLE RA 20	7.8688	325.32	No	14441	360000	15	24.9289	Si

10.3.3 Verifiche platea di fondazione

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

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

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

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

A. sup.: area barre armatura superiori. [m²]

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

A. inf.: area barre armatura inferiori. [m²]

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.

σ_c : tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σ_{lim} : tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σ_f : tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (16.946; 58.522; 0), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

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
326	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 100	3.1443	316.01	5.6738	570.23	1.8045	Si
327	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 114	4.2432	306.43	7.7353	558.63	1.823	Si
273	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 1	-2.8664	612.2	-5.6221	1200.74	1.9613	Si
272	Y	0.98	0.4	0.001539	0.06	0.001539	0.06	SLU 1	-1.9006	603.15	-3.7418	1187.4	1.9687	Si
278	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 100	-4.371	598.71	-8.6538	1185.33	1.9798	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
395	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 30	-28.1747	-29.89	-2008	19920	15	Si
403	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 19	-26.6604	-25.65	-1889	19920	15	Si
400	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 19	-53.2997	-45.31	-1874	19920	15	Si
391	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 30	-52.6883	-47	-1858	19920	15	Si
387	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 30	-51.7859	-38.17	-1808	19920	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
130	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 16	-21.1281	65.77	17064	360000	15	Si
327	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 15	3.1742	211.97	16353	360000	15	Si
179	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 16	-20.0741	61.62	16155	360000	15	Si
326	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 1	2.3741	215.21	16033	360000	15	Si
395	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 30	-28.1747	-29.89	14866	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le strutture di fondazione del tombino scatolare sono costituite da una platea in c.a. di spessore pari a 0.40 m, con larghezza pari a 2.80 m e sviluppo di 92.00 m (lunghezza del tombino), il cui piano di posa è disposto ad una profondità di 2.30 m circa.

11.1 CRITERI DI CALCOLO FONDAZIONI SU ROCCIA

A differenza di quanto avviene nelle terre sciolte, negli ammassi rocciosi la resistenza al taglio del materiale non può generalmente essere descritta con il criterio di rottura di Coulomb, esplicitante correlazione lineare fra resistenza al taglio del materiale e pressione di confinamento, ma risulta necessaria una correlazione di tipo non lineare.

Hoek e Brown estendono il principio generale dell'equilibrio limite definendo un criterio di rottura anche per il caso di ammassi rocciosi.

La formula generale del criterio di rottura di Hoek & Brown è la seguente:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \left[m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + s \right]^a;$$

dove:

m_b = valore della costante m per gli ammassi rocciosi;

s, a = costanti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso;

σ_c = resistenza alla compressione monassiale della roccia intatta;

$\sigma_1 \sigma_3$ = sforzi principali in tensioni efficaci.

La determinazione dei parametri a, s e m_b viene fatta in funzione della qualità dell'ammasso roccioso, espressa numericamente dall'indice GSI (Geological Strength Index).

Per ammassi rocciosi in condizioni indisturbate di qualità da buona a media per i quali sia $GSI > 25$, si ha:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right);$$

$$m_b = m_i \exp \left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right);$$

$$s = \exp \left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D} \right);$$

La grandezza D indica il grado di disturbo della roccia scavata artificialmente e varia da 0 (roccia non disturbata) a 1 (roccia fortemente disturbata). Può essere stimato indicativamente dalla seguente tabella:

Relazione di calcolo tombino scatolare

Descrizione	Valori di D
Scavo in galleria con uso controllato di qualità ottima di esplosivi o attraverso T.B.M. (Tunnel Boring Machine) con disturbo minimo dell'ammasso roccioso.	0
Scavo meccanico o manuale in galleria (senza uso di esplosivi) di roccia di qualità mediocre con disturbo minimo dell'ammasso roccioso.	0
Come sopra ma con problemi di riflusso e deformazioni plastiche con sollevamento della base della galleria	0,5
Scavo in galleria con uso scarsamente controllato di esplosivi in roccia compatta con danni che si estendono localmente per 2-3 m.	0,8
Scavi di limitata entità su versanti per la realizzazione di opere di ingegneria con modesto danneggiamento dell'ammasso roccioso.	0,7
Come sopra ma con elevato danneggiamento dell'ammasso roccioso.	1,0
Cave di grande estensione con utilizzo massiccio di esplosivi.	1,0
Come sopra ma con scavo meccanico.	0,7

La verifica agli stati ultimi del complesso "terreno-fondazione", secondo la nuova Normativa, riguarda la valutazione dei meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza globale dei materiali. In particolare per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Per la verifica, considerato che i terreni di fondazione sono rocce lapidee ancorché fratturate, si è fatto riferimento ai metodi di calcolo proposti da Carter e Kulhawy (1988) basato sul criterio di rottura di Hoek e Brown, valido per fondazioni superficiali su materiali lapidei. Il metodo è riepilogato di seguito:

Metodo di Carter e Kulhawy

La portanza ultima di un ammasso roccioso può essere scritta nella forma:

$$q_u = \sigma_{ci} N_\sigma$$

dove σ_{ci} è la resistenza a compressione non confinata della roccia intatta e N_σ è definito come fattore di capacità portante. Secondo tale criterio, la portanza ultima di un ammasso viene considerata come una "frazione" della resistenza a compressione uniaassiale della roccia intatta.

La risoluzione di Carter e Kulhawy fa riferimento al teorema del limite inferiore, in cui lo stato delle tensioni deve soddisfare l'equilibrio e non deve violare le condizioni di plasticità. La risoluzione del

problema può essere raggiunta esaminando una condizione di carico in cui l'ammasso roccioso è considerato come privo di peso ed è suddiviso in due zone; in particolare nella zona I, essendo la roccia priva di peso, la tensione principale minore σ_3 coincide con la direzione verticale, mentre la tensione principale maggiore σ_1 coincide con la direzione orizzontale. In questa zona il valore della tensione principale σ_1 si ottiene dall'equazione generale 2 ponendo $\sigma_3 = 0$ e corrisponde alla resistenza a compressione non confinata dell'ammasso:

$$\sigma'_1 = \sigma_c = \sigma_{ci} s^a$$

Nella zona II, ovvero al di sotto della struttura fondazionale, la σ_1 è verticale ed è uguale a q_u (portanza ultima), mentre σ_3 , poiché l'equilibrio lungo il contatto tra la zona I e la zona II deve essere mantenuto, assume il valore riportato nell'espressione 21.

Sostituendo i valori di σ_1 e σ_3 riportati nella formula del criterio generale di rottura di Hoek e Brown, in corrispondenza della zona II risulta:

Semplificando e mettendo σ_{ci} in evidenza, si ottiene:

$$q_u = \left[s^a + (m_b s^a + s)^a \right] \sigma_{ci}$$

Si riportano nella pagina successiva i calcoli per la valutazione della capacità portante ultima e la verifica della capacità portante.

11.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL COMPLESSO TERRENO-FONDAZIONE

In accordo con le espressioni riepilogate nel paragrafo precedente, i calcoli per la valutazione della pressione limite di progetto sono riepilogati nelle tabelle di seguito:

VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONI SU ROCCIA

Parametri della roccia

$\sigma_c =$	67,50	Mpa	Resistenza a compressione uniassiale della roccia
GSI =	72,50		Geological Strength Index
D =	0,70		Grado di disturbo della roccia
$m_i =$	12,00		

Criterio di Hoek e Brown

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right);$$

$$m_b = m_i \exp \left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right);$$

$$s = \exp \left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D} \right);$$

$\alpha =$	0,501	costanti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso
s =	0,019	
$m_b =$	2,648	costante m per gli ammassi rocciosi











CARICHI LIMITE ED AMMISSIBILI

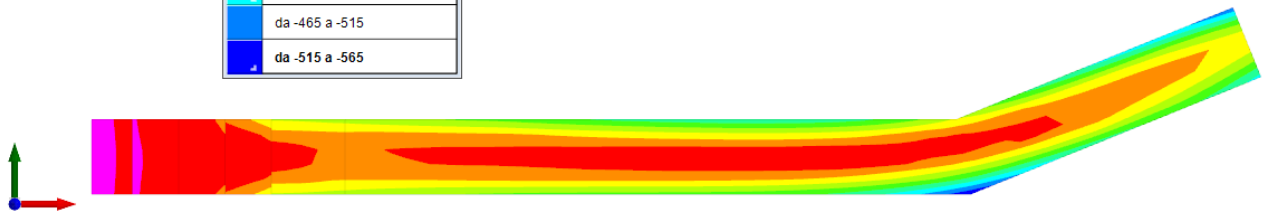
Espressione di Carter e Kulhawy

$$q_u = \left[s^\alpha + (m_b s^\alpha + s)^\alpha \right] \sigma_{ci}$$

$q_u =$	50615,8	kN/m ²	Carico limite per unità di superficie
F.S. =	2,3		Fattore di sicurezza
$q_{R,D} =$	22006,9	kN/m ²	Carico limite di progetto per unità di superficie

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:

Mappatura colori	
	da -62 a -112
	da -112 a -163
	da -163 a -213
	da -213 a -263
	da -263 a -314
	da -314 a -364
	da -364 a -414
	da -414 a -465
	da -465 a -515
	da -515 a -565



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

12 SINTESI DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE

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

12.1 PLATEA DI FONDAZIONE

La platea di fondazione in c.a. (sp = 40 cm): armata con $\Phi 20/20$ superiormente ed inferiormente in entrambe le direzioni, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

12.2 PARETI

Le pareti in c.a. (sp = 40 cm): armate con $\Phi 20/20$ verticali all'intradosso e all'estradosso e con $\Phi 14/20$ orizzontali all'intradosso e all'estradosso, con copriferro di calcolo pari a 5 cm. E' presente un'armatura verticale di rinforzo in testa alla parete, con barre $\Phi 14/20$ all'intradosso e all'estradosso.

12.3 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio di copertura è una piastra in c.a. gettato in opera di spessore pari a 40 cm armato con $\Phi 20/20$ superiormente ed inferiormente in entrambe le direzioni, con copriferro di calcolo pari a 5 cm.

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