

S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA
1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PG143**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

IL GEOLOGO:

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

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

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

Il Responsabile di Progetto

Arch. Pianificatore Marco Colazza

Il Responsabile del Procedimento

Dott. Ing.
Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Arch. N.Kamenicky
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Ing. E.Bartolucci
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Geom. S.Scopetta
Dott.Ing. L.Sbrenna
Dott.Ing. E.Sellari
Dott.Ing. L.Dinelli
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. F.Pambianco
Dott. Agr. F.Berti Nulli

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

Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Geom. C.Vischini
Dott. Ing. V.Piunno
Dott. Ing. G.Pulli
Geom. C.Sugaroni



11.ATTRAVERSAMENTI FAUNISTICI
11.04 ATTRAVERSAMENTO FAUNISTICO KM 0+505.00

Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00ST04STRRE01B		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00ST04STRRE01	B	
B	Rev. A seguito istr. ANAS	Sett. 2023	F.Macchioni	V.Rotisciani	N.Granieri
A	Emissione	Ago 2023	F.Macchioni	V.Rotisciani	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1	CALCESTRUZZO	5
3.2	ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO	6
4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	6
4.1	TERRENI DI FONDAZIONE	6
1.1	TERRENI DI RINFIANCO	7
1.2	TERRENO DI FONDAZIONE	7
5	CRITERI DI CALCOLO	7
5.1	SOFTWARE DI CALCOLO	7
5.1.1	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo	7
5.1.2	Affidabilità dei codici utilizzati	8
5.1.3	Modalità di presentazione dei risultati	8
5.1.4	Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione	8
5.2	MODELLAZIONE	12
6	ANALISI DEI CARICHI SCATOLARE	12
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURALE	13
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI	13
6.2.1	Carichi permanenti soletta superiore	13
6.3	SPINTA DELLE TERRE SULLE PARETI	13
6.3.1	Spinta delle terre in condizioni statiche	13
6.3.2	Spinta dell'acqua	14
6.3.3	Spinta delle terre in condizioni sismiche	14
6.3.4	Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali	15
6.3.5	Inerzia delle masse strutturali in condizioni sismiche	16
6.3.6	Riepilogo del calcolo della spinta del rinterro sulle pareti	16
6.4	CARICHI DA TRAFFICO	18
6.4.1	Carichi agenti sulla soletta di copertura	18
6.4.2	Azione della frenatura sulla copertura	21
6.5	AZIONE DELLA TEMPERATURA	22
6.6	AZIONI SISMICHE	22
6.6.1	Forze sismiche orizzontali	25
6.6.2	Forze sismiche verticali	25
6.7	SINTESI E SCHEMI GRAFICI DELL'APPLICAZIONE DEI CARICHI	26
7	ANALISI DEI CARICHI MURI D'ALA	32
7.1	PESO PROPRIO STRUTTURALE	32
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI	32

7.2.1	Carichi permanenti soletta	32
7.2.2	Carichi permanenti testa paramento verticale	32
7.3	SPINTA DELLE TERRE SULLE PARETI	32
7.3.1	Spinta delle terre in condizioni statiche	32
7.3.2	Spinta dell'acqua	33
7.3.3	Spinta delle terre in condizioni sismiche	33
7.3.4	Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali	34
7.3.5	Inerzia delle masse strutturali in condizioni sismiche	35
7.3.6	Riepilogo del calcolo della spinta del rinterro sulle pareti	35
7.4	CARICHI DA TRAFFICO	37
7.4.1	Carichi agenti sulla soletta di copertura	37
7.5	AZIONE DELLA TEMPERATURA	40
7.6	AZIONI SISMICHE	41
7.6.1	Forze sismiche orizzontali	43
7.7	SINTESI E SCHEMI GRAFICI DELL'APPLICAZIONE DEI CARICHI	43
8	COMBINAZIONE DELLE AZIONI	47
8.1	DEFINIZIONE DEI COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE	47
8.2	CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO SCATOLARE	49
8.3	COMBINAZIONI DI CARICO SCATOLARE	50
8.4	CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO MURI D'ALA	56
8.5	COMBINAZIONI DI CARICO MURI D'ALA	57
9	SCHEMI GRAFICI SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	58
9.1	SCATOLARE	59
9.2	MURI D'ALA	68
10	VERIFICHE SCATOLARE	75
10.1	VERIFICHE SLU	75
10.1.1	Soletta superiore	75
10.1.2	Piedritti	76
10.1.3	Soletta inferiore	80
10.2	VERIFICHE SLE	81
10.2.1	Soletta superiore	82
10.2.2	Piedritti	83
10.2.3	Soletta inferiore	86
11	VERIFICHE MURI D'ALA	87
11.1	VERIFICHE SLU	87
11.1.1	Soletta fondazione	88
11.1.2	Paramento verticale	89
11.2	VERIFICHE SLE	91
11.2.1	Soletta fondazione	91
11.2.2	Paramento verticale	93
18	VERIFICA CORDOLO CON PARAPETTO	95
18.1	VERIFICHE STRUTTURALI	95
18.1.1	Verifica pressoflessione	96
18.1.2	Verifica taglio	97
18.2	VERIFICHE IN ESERCIZIO	98

18.2.1	Verifica tensioni.....	99
18.2.2	Verifica fessurazione	101
12	VERIFICHE GEOTECNICHE	102
12.1	CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE	102
12.1.1	Approcci di progetto e fattori di sicurezza	102
12.1.2	Criteri di calcolo della capacita' portante del complesso terreno – fondazione.....	103
12.2	VERIFICA DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE	104
13	TABULATI DI CALCOLO	110
18.3	SCATOLARE.....	110
18.4	MURI D'ALA	126

1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli e le verifiche della struttura dell'attraversamento faunistico al km 0+505.00 da realizzarsi nell'ambito del progetto del 1° Stralcio Baiano-Firenzuola della Strada delle Tre Valli Umbre nel tratto Eggi-Acquasparta.

La struttura è progettata coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente.

1.1 Descrizione dell'opera

Il manufatto previsto in progetto ha dimensioni interne pari a 2.00 x 2.00 m ed è realizzato in cemento armato gettato in opera (Figura 1). La soletta superiore ha uno spessore di 0.40 m, i piedritti hanno uno spessore di 0.40 m e la soletta inferiore di 0.40 m.

All'estradosso della soletta superiore è disposto il pacchetto stradale, che presenta uno spessore massimo di 65 cm.

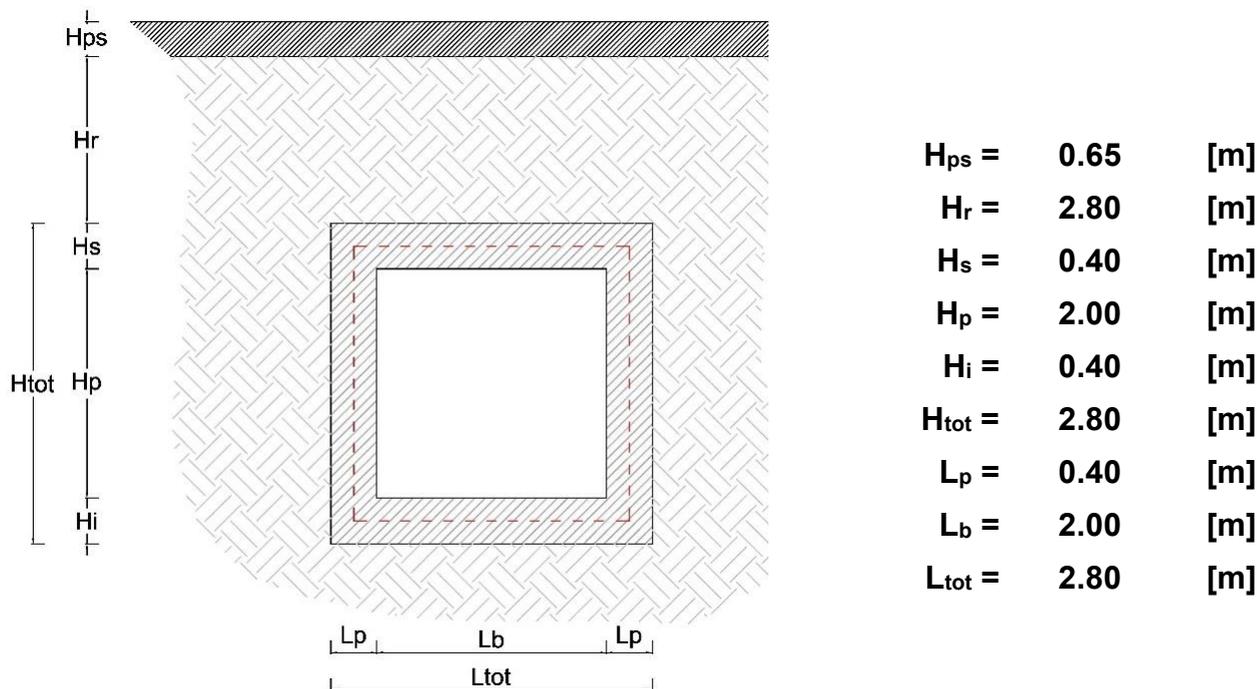


Figura 1 – Dimensioni caratteristiche del manufatto

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'analisi dell'opera e le verifiche degli elementi strutturali sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative e in particolare alle seguenti norme e circolari:

- Legge n.1086 del 5 novembre 1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21 gennaio 2019: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale del 17/01/2018”.
- Eurocodice 8: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica” Marzo 2005.

3 Caratteristiche dei materiali

Le caratteristiche dei materiali impiegati sono di seguito riportate:

- Calcestruzzo di classe C12/15 (R_{ck} 15 N/mm²) per sottofondazione.
- Calcestruzzo di classe C32/40 (R_{ck} 37 N/mm²) per fondazione.
- Calcestruzzo di classe C32/40 (R_{ck} 37 N/mm²) per elevazione.
- Acciaio B450C per armature metalliche.

3.1 Calcestruzzo

CLASSE CONGLOMERATO		C 32/40	
Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	[N/mm ²]
Classe di esposizione		XC4/XA2	
Classe di consistenza		S4	
Rapporto a/c		0.55	
Dosaggio cemento		320	[kg/mc]
Diametro massimo aggregati		30	[mm]
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33.20	[N/mm ²]
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.20	[N/mm ²]

RELAZIONE DI CALCOLO

Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22.13	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18.81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3.10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2.17	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.72	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1.45	[N/mm ²]
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	[N/mm ²]

Trattandosi di strutture a permanente contatto con il terreno si adotta un **copriferro di 5 cm.**

3.2 Acciaio da cemento armato

TIPO DI ACCIAIO		B450C	
Resistenza caratteristica a rottura	f_{tk}	540	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	450	[N/mm ²]
Modulo elastico	E_s	210000	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	391.3	[N/mm ²]

4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Nei paragrafi seguenti sono riportati i parametri geotecnici di riferimento utilizzati nel dimensionamento delle opere in oggetto.

4.1 Terreni di fondazione

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 e sul profilo geotecnico, ai quali si rimanda per ulteriori approfondimenti.

In accordo con i profili geotecnici, si ha:

- Rilevato stradale;

- Unità geotecnica Depositi eluvio-colluviali: coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i parametri geotecnici di riferimento utilizzati nel dimensionamento delle opere in oggetto.

1.1 Terreni di rinfianco

Per le spinte a tergo delle pareti controterra si impiegano le caratteristiche del rilevato stradale, riportate di seguito:

PROPRIETA'	SIGLA	VALORE	U.M.
Peso specifico	γ	18.00	[kN/m ³]
Angolo di attrito	ϕ	35.00	[°]
Coesione	c	0.00	[kPa]

1.2 Terreno di fondazione

PROPRIETA'	SIGLA	VALORE	U.M.
Peso specifico	γ	18	[kN/m ³]
Angolo di attrito	ϕ	25	[°]
Coesione	c	5	[kPa]

5 CRITERI DI CALCOLO

5.1 Software di calcolo

5.1.1 Origine e caratteristiche dei codici 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 12.22
Produttore	Concrete s.r.l , Padova
Nome utente finale	ICARIA s.r.l
Numero licenza	9692559

5.1.2 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.

5.1.3 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.

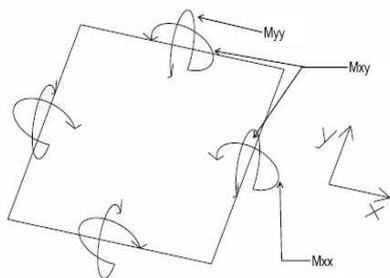
5.1.4 Convenzioni relative alle caratteristiche di sollecitazione

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

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

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

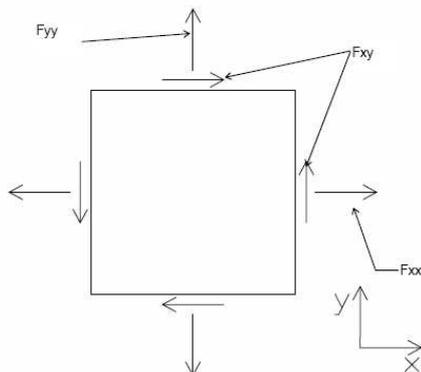
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{xx} , M_{yy} , M_{xy} .



si definiscono:

- M_{xx} : momento flettente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{yy} : momento flettente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{xy} : momento torcente [$\text{Forza} \cdot \text{Lunghezza} / \text{Lunghezza}$] 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).

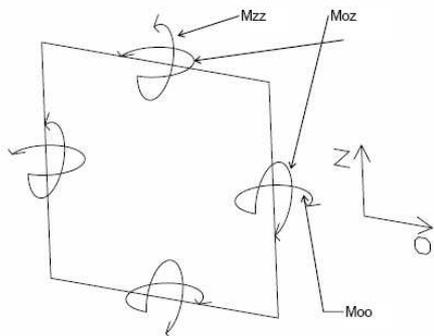
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

- 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).

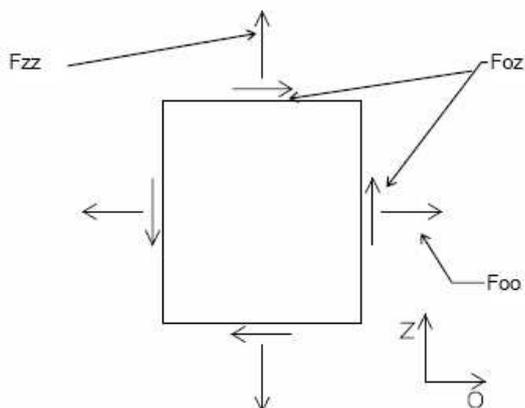
Gusci verticali: pareti e muri

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

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

5.2 Modellazione

Le analisi sono state condotte su una striscia unitaria di struttura mediante un modello di calcolo tridimensionale a gusci (shell), ma considerando le azioni sismiche nella sola direzione parallela alla sezione dello scatolare.

La struttura è definita mediante piastre e pareti, sulle quali sono applicati carichi superficiali e potenziali, come da Analisi dei carichi.

L'analisi in condizioni sismiche viene condotta mediante metodi pseudo statici in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per il coefficiente sismico orizzontale k_h .

La fondazione è rappresentata con schema di piastra su letto di molle (alla Winkler) reagenti sia a trazione che a compressione.

6 Analisi dei carichi scatolare

Gli schemi di carico dello scatolare sono qualitativamente sintetizzati nella Figura 2. Nei paragrafi che seguono sono analizzati singolarmente i carichi.

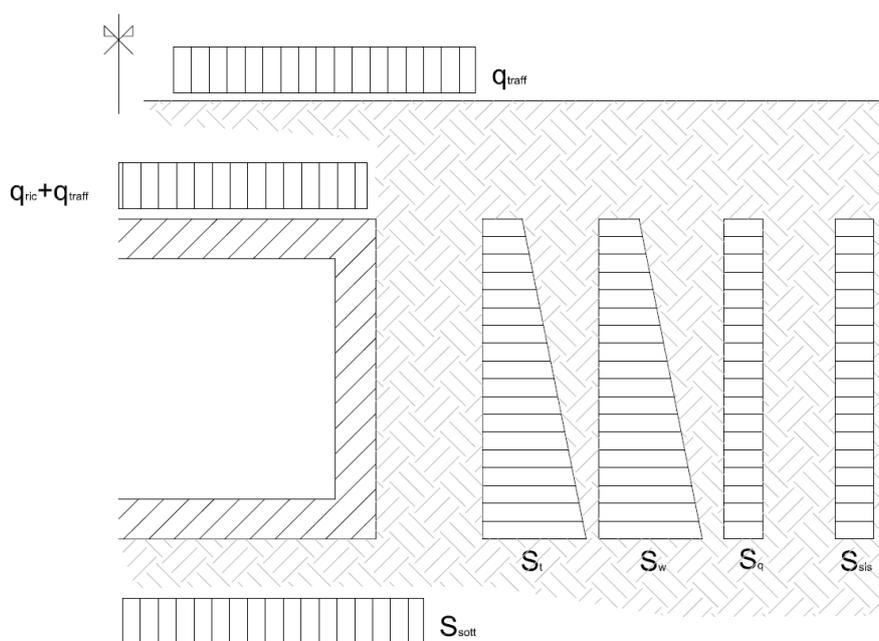


Figura 2 – Schematizzazione dei carichi agenti sull'opera

6.1 Peso proprio strutturale

Il peso proprio del manufatto è calcolato in automatico dal codice di calcolo assumendo per il calcestruzzo $\gamma_{ca} = 25 \text{ kN/m}^3$. Per maggiore chiarezza si esplicitano i pesi degli elementi costituenti lo scatolare:

Peso soletta superiore	$P_{SS} = 25.00 \times 0.40 = 10.00 \text{ kN/m}$
Peso soletta inferiore	$P_{Si} = 25.00 \times 0.40 = 10.00 \text{ kN/m}$
Peso piedritti	$P_{pi} = 25.00 \times 0.40 = 10.00 \text{ kN/m}$

6.2 Carichi permanenti portati

6.2.1 Carichi permanenti soletta superiore

Sulla copertura dello scatolare sono presenti carichi permanenti non strutturali dovuti alla presenza del rinterro, del pacchetto di pavimentazione stradale e del massetto delle pendenze con impermeabilizzazione. Tali carichi sono esplicitati di seguito.

Rinterro (h=2.80 m, p.p = 18 kN/m ³)	50.40 kN/m ²
Pacchetto stradale (h=0.65, p.p = 24 kN/m ³).....	15.60 kN/m ²
Impermeabilizzazione.....	<u>0.10 kN/m²</u>
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	66.1 kN/m²

6.3 Spinta delle terre sulle pareti

6.3.1 Spinta delle terre in condizioni statiche

La spinta orizzontale del terreno (σ_h) è valutata mediante l'espressione:

$$\sigma_h(z) = \gamma' z K_o$$

con

- z = profondità misurata dal piano campagna
- K_o = coefficiente di spinta a riposo; $K_o = 1 - \tan^2 \phi$

risulta pertanto una spinta del terreno con distribuzione triangolare con valore nullo al piano campagna e massimo alla base della platea.

6.3.2 Spinta dell'acqua

La spinta orizzontale dell'acqua (S_w) sulle pareti laterali non risulta presente vista la profondità della falda per il progetto dell'opera in esame.

6.3.3 Spinta delle terre in condizioni sismiche

Per l'analisi in condizioni sismiche si fa riferimento al metodo pseudo statico. L'incremento di sollecitazione della spinta delle terre per effetto dell'eccitazione sismica, nelle due sezioni caratteristiche indagate, dipende sostanzialmente dal meccanismo di collasso geotecnico derivante dagli spostamenti ammissibili del sistema parete-terreno.

In presenza di sisma la struttura scatolare tende ad avere un comportamento "rigido" (muro che non può subire spostamenti). L'incremento di spinta sismica delle terre (S_{sis}), da sommare alla spinta statica, applicata a metà della parete considerata, è dato dall'espressione proposta da WOOD:

$$S_{sis} = a_g/g \cdot g \cdot S \cdot H_{sc}$$

essendo:

- S_{sis} = incremento di spinta sismica applicata a $H_{sc}/2$;
- H_{sc} = altezza di calcolo della struttura;
- g = peso di volume saturo del terreno;
- a_g/g accelerazione orizzontale su suolo rigido;
- $S = S_s S_T$ coefficiente di amplificazione stratigrafica/topografica.

I coefficienti di intensità sismica sono dati dalle espressioni (NTC08 7.11.6.2.1):

$$k_h = \beta_m a_{max}/g$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

con:

- $a_{max} = S_s S_T a_g$;

- β_m coefficiente riportato in normativa (tabella 7.11.II). $\beta_m = 1$ per muri che non subiscono spostamenti.

Si riportano di seguito i parametri adottati per l'analisi sismica (in condizioni di SLV) dell'opera ricavati a partire dall'individuazione secondo normativa vigente della zona sismica nella quale ricade l'intervento. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni delle unità geotecniche sono compatibili con la categoria B; le caratteristiche topografiche rispondono alla categoria T1, secondo NTC18.

Le spinte sismiche su pareti opposte sono considerate in condizione di spinta asimmetrica in modo tale da massimizzare le sollecitazioni.

6.3.4 Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali

La spinta dovuta ai sovraccarichi accidentali viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_{cq} = q \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- q è l'entità del sovraccarico accidentale agente (peso della pavimentazione e del terreno di ricoprimento); sono stati considerati due differenti carichi accidentali da traffico:
 - carico concentrato, Q1 come da normativa, diffuso fino al piano medio della soletta di copertura
 - carico distribuito su corsia
- k_0 è il coefficiente di spinta del terreno
- H è l'altezza complessiva dello strato di terreno

Il coefficiente di spinta è assunto pari a quello delle condizioni a riposo (k_0).

6.3.5 Inerzia delle masse strutturali in condizioni sismiche

L'inerzia delle masse strutturali è stata considerata tramite l'applicazione di carichi permanenti strutturali e non strutturali che sono accelerati tramite l'azione sismica definita dalle forme spettrali descritte.

6.3.6 Riepilogo del calcolo della spinta del rinterro sulle pareti

Il riepilogo delle spinte sopra menzionate, esercitate dal rinterro a tergo delle pareti del manufatto è riportato nei tabulati e nel grafico di seguito riportato.

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 del terreno sulle pareti del manufatto si tiene conto della presenza di:

- Spinta del materiale di rinterro a tergo, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:
 $\gamma_k = 18,0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35^\circ$ angolo di operativo attrito caratteristico.
- Spinta dovuta al sovraccarico accidentale imputabile ai carichi variabili da traffico sul terreno a tergo, diffuso fino alla quota della soletta di copertura (si vedano paragrafi successivi).
- Spinta terreno di ricoprimento dello scatolare

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

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

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

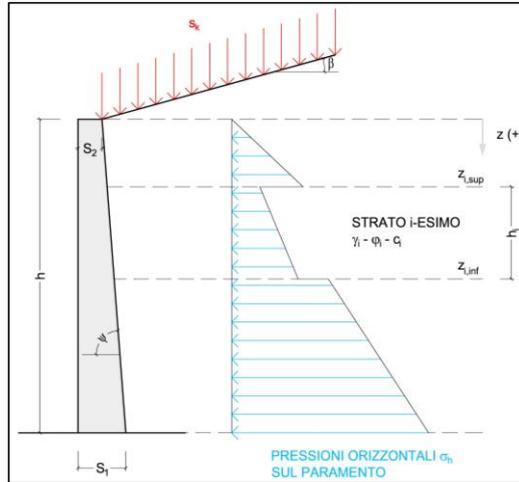
γ_M	25	kN/m ³	Peso per unità di volume
s_1	0.4	m	Spessore alla base
s_2	0.4	m	Spessore in testa
h_f	0.4	m	Altezza suola fondazione
h	2	m	Altezza paramento
β	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
ψ	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
H	2.4	m	Altezza totale muro

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	0.224	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
F_0	2.475		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
T_c^*	0.330	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
C_c	1.373		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_c
S_c	1.178		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	1.000		Coefficiente di amplificazione topografica
S	1.178		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
a_{max}	0.264	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
β_m	1.00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
k_h	0.264		Coefficiente sismico orizzontale
k_v^*	0.132		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
k_v	-0.132		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
θ_A	13.14	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
θ_B	16.93	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

g_{1k}	g_{2k}	q_{1k}	kN/m ²
50.22	0	37.08	
s_{q1k}	s_{q2k}	s_{q1k}	
1	1	0.3	

Carico uniformemente distribuito a tergo del paramento

Coefficiente di riduzione della massa del sovraccarico

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E
1	1	1	-
1.3	1.5	1.5	-
1	1.3	1.3	-
1	1	1	1

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE

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

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

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

γ_τ	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$
1	1	1
1	1.25	1.25

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

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

CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

Strato	z _{sup} [m]	z _{inf} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				γ _s [kN/m ³]	φ _s [°]	δ _s [°]	c _s ' [kN/m ²]	γ _d [kN/m ³]	φ _d [°]	δ _d [°]	c _d ' [kN/m ²]	k _{0,d} [-]	k _{s,d} [-]	k _{ea,d} [-]	k _{eb,d} [-]	γ _d [kN/m ³]	φ _d [°]	δ _d [°]	c _d ' [kN/m ²]	k _{0,d} [-]	k _{s,d} [-]	k _{ea,d} [-]	k _{eb,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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
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	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	z _{sup} / z _{inf} [m]	k _{hd} [-]	Tensione verticale illiostatica σ _{vd} [kN/m ²]	σ _{hd} Terreno [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 σ _{hd,tot} [kN/m ²]	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
1	0.00	0.43	0.0	0.00	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	58.19										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
2	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
3	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
4	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
5	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
6	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
7	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
8	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
9	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
10	2.40	0.43	43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										
	2.40		43.2	18.42	21.41	0.00	15.81	2.64	11.41	5.66	0.00	1.25	76.62										

6.4 Carichi da traffico

6.4.1 Carichi agenti sulla soletta di copertura

Il carico accidentale da traffico agente sulla soletta di copertura è stato valutato secondo lo schema n.1 proposto dal D.M. 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni al paragrafo 5.1.3.3.5 e riportato nell'immagine seguente:

RELAZIONE DI CALCOLO

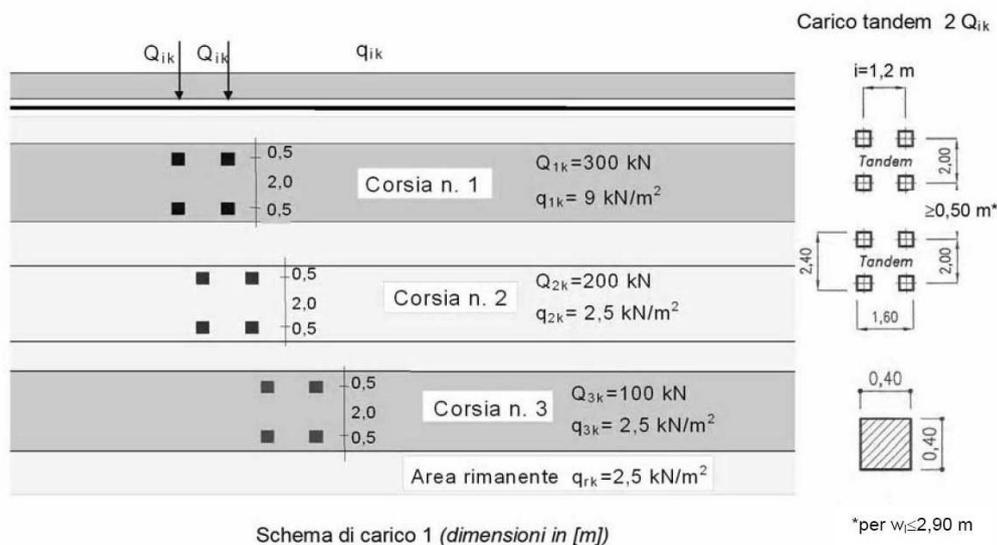


Figura 3 - Carichi da traffico secondo NTC2018

A favore di sicurezza, si considera che la striscia unitaria di tombino considerata nei calcoli, sia disposta in corrispondenza della corsia convenzionale n.1, alla quale si associano i seguenti carichi:

- $Q_{1a} = 2 \times 300 \text{ kN}$ disposti come nell'immagine precedente
- $q_{1a} = 9.00 \text{ kN/m}^2$,

In accordo con quanto prescritto al par. C5.1.3.3.7.1 della Circolare del 2019 in merito ai carichi da traffico uniformemente distribuiti equivalenti su rilevati e terrapieni, ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m.

In accordo con quanto prescritto dalle NTC2018, il carico concentrato deve essere opportunamente diffuso secondo lo schema riportato (v. Figura 4).

RELAZIONE DI CALCOLO

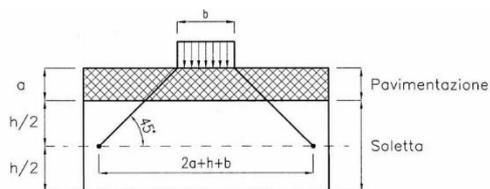


Figura 5.1.3a – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

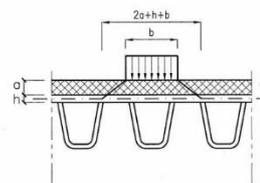


Figura 5.1.3b – Diffusione dei carichi concentrati negli impalcati a piastra ortotropa

Figura 4 – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

Per il terreno di ricoprimento si considera, a vantaggio di sicurezza, un angolo di 30°. Conseguentemente il carico risulta diffuso come illustrato in Figura 5.

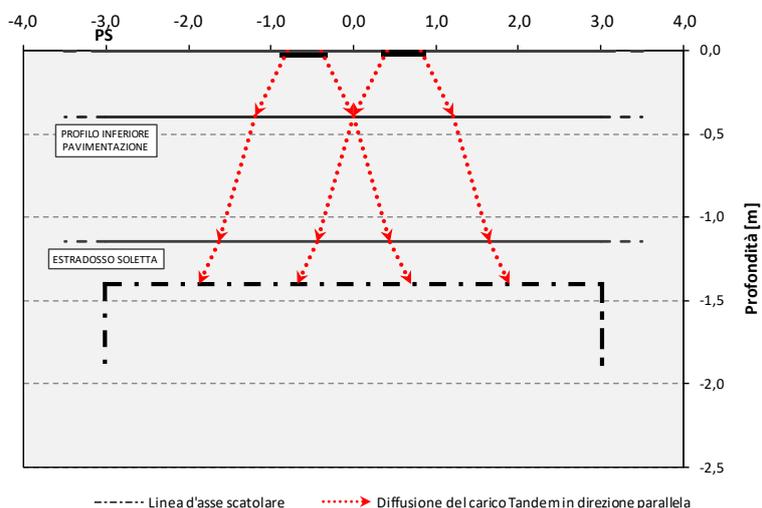


Figura 5 – Diffusione dei carichi concentrati in direzione parallela al traffico per lo schema di carico 1

Per il caso in esame l'area di diffusione del relativo carico concentrato si ricava considerando i seguenti spessori ed angoli di diffusione:

STRATI DI DIFFUSIONE DEL CARICO	SPESSORE	ANGOLO DI DIFFUSIONE DEL CARICO (α)
Pavimentazione stradale	0.65 [m]	45 [°]
Terreno di ricoprimento	2.79 [m]	30 [°]
Soletta di copertura in c.a.	0.40 [m]	45 [°]

Il calcolo del carico uniformemente distribuito equivalente per i carichi tandem, diffuso fino al piano medio della soletta superiore, è riepilogato nella tabella di seguito.

A vantaggio di sicurezza, per tenere conto dell'eventuale sovrapposizione dei carichi diffusi per corsie adiacenti, si considera una larghezza di diffusione in direzione ortogonale al traffico pari alla larghezza della corsia, senza ulteriore diffusione. In questo modo la minore riduzione del carico consente di portare in conto eventuali incrementi dovuti alla sovrapposizione delle aree di diffusione.

VALUTAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEI CARICHI MOBILI CONCENTRATI STRADALI		
Dimensione dell'area di impronta del carico tandem direzione parallela al traffico	b_T	2.20 [m]
Dimensione dell'area di impronta del carico tandem direzione ortogonale al traffico	b_L	3.00 [m]
Spessore totale ricoprimento	d	3.85 [m]
Carico distribuito (schema di carico 1)	q_{1k}	9,00 [kPa]
Carico asse tandem (schema di carico 1)	Q_{1k}	300.00 [kN]
Calcolo dei carichi per modello di calcolo		
Larghezza di diffusione del carico ($a = d \tan(\alpha^\circ)$)		2.47 [m]
Dimensione dell'area di diffusione del carico direzione parallela al traffico ($b_T + 2d \tan(\alpha^\circ)$)		7.13 [m]
Dimensione dell'area di diffusione del carico direzione ortogonale al traffico ($b_L + 2d \tan(\alpha^\circ)$)		3.00 [m]
Area di diffusione sul piano medio della soletta		21.40 [m]
Carico concentrato stradale diffuso fino alla linea media della soletta superiore		28.04 [kPa]

Figura 6 - Carichi da traffico agenti sulla soletta di copertura

Al carico tandem così determinato si somma il carico uniformemente distribuito sulla corsia $q_{1k} = 9.00 \text{ kN/m}^2$.

6.4.2 Azione della frenatura sulla copertura

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

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

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;

$L = 9.50 \text{ m}$, lunghezza della zona caricata.

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

$$q_3 = 0.6 \times (2 \times 300) + 0.10 \times 9.0 \times 3.00 \times 9.50 = 385.65 \text{ kN}$$

L'azione si considera uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e sulla larghezza della corsia convenzionale.

Successivamente si diffonde la forza al livello del piano medio della soletta superiore e successivamente linearizzata sulla larghezza unitaria analizzata, come riportato nella tabella di seguito:

VALUTAZIONE DELLA DIFFUSIONE DELL'AZIONE DI FRENAMENTO		
Larghezza corsia convenzionale (dimensione impronta direzione ortogonale al traffico)	w1	3.00 [m]
Lunghezza della zona caricata (dimensione impronta direzione parallela al traffico)	L	9.50 [m]
Azione di frenamento	Q ₃	385.65 [kN]
Azione di frenamento uniformemente distribuita sulla lunghezza della zona caricata (Q ₃ /L)	Q	40.59 [kN/m]
Calcolo dei carichi per modello di calcolo		
Larghezza di diffusione del carico (a= d tang(α°))		2.47 [m]
Dimensione dell'area di diffusione del carico direzione ortogonale al traffico (w1+2d tang(α°))		7.93 [m]
Azione di frenamento diffusa fino alla linea media della soletta superiore per larghezza unitaria		5.12 [kN/m]

Figura 7 – Azione di frenamento sulla soletta di copertura

6.5 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 sulla soletta superiore con una distribuzione a farfalla di valore pari a $\Delta T = +/- 15^\circ$.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

6.6 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: 42.719913 [°]

longitudine: 12.633593 [°]

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 SLD, SLV ed SLO.

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

a_g – Accelerazione massima orizzontale al sito

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

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

Per il sito in esame i parametri sopra indicati risultano specificati di seguito:

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	60	Default (0.0822)	Default (2.47)	Default (0.285)
SLD	Default (63)	101	Default (0.1013)	Default (2.451)	Default (0.29)
SLV	Default (10)	949	Default (0.2243)	Default (2.475)	Default (0.33)
SLC	Default (5)	1950	Default (0.274)	Default (2.504)	Default (0.341)

Per il caso in esame la categoria sismica del suolo di fondazione è individuata come **B**, mentre l'amplificazione topografica risulta T1.

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

$$S_S = 1.2$$

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

$$S = S_S S_T = 1.20$$

Pertanto l'accelerazione massima attesa al sito risulta:

$$a_{\max} = 0.264 \text{ g}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale } F_h = k_h \times W$$

$$\text{Forza sismica verticale } F_v = k_v \times W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{\max}/g = 0.264$$

$$k_v = 0.5 \times k_h = 0.132$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2j} Q_{kj}$$

I carichi accidentali da traffico applicano uno $\Psi_2 = 0$, quindi il contributo dei carichi accidentali non viene considerato nella valutazione dell'azione sismica.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio copertura $G_1 = 10.00$ kN/m

Massa associata al carico permanente $G_2 = 65.92$ kN/m

Massa associata al peso proprio piedritti $G_3 = 10.00$ kN/m

6.6.1 Forze sismiche orizzontali

Forza orizzontale sulla soletta di copertura (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2) = 0.264 \times (10 + 65.92) = 20.0 \text{ kN/m}$$

Forza orizzontale sui piedritti (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato ai piedritti):

$$F''_h = k_h G_3 = 0.264 \times 10 = 2.64 \text{ kN/m}$$

6.6.2 Forze sismiche verticali

Per la forza sismica verticale avremo analogamente (carico verticale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2) = 0.132 \times (10 + 65.92) = 10.0 \text{ kN/m}$$

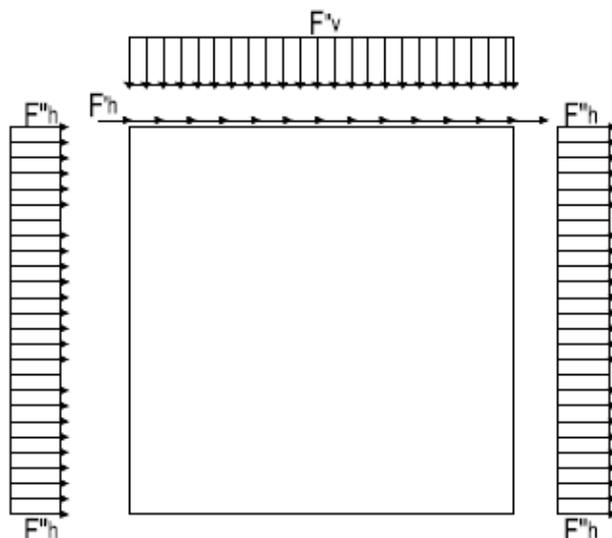
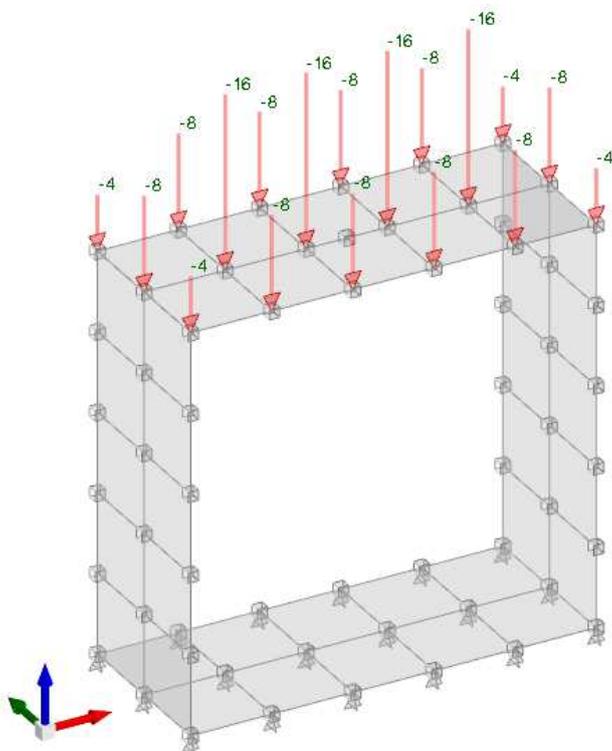


Figura 8 – Forze sismiche agenti sulla struttura

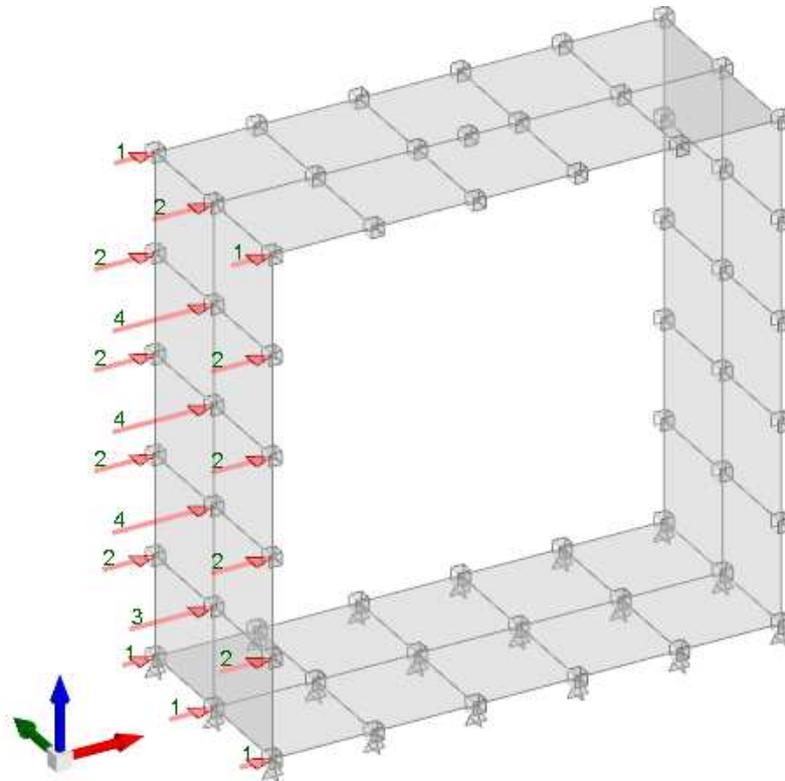
6.7 Sintesi e schemi grafici dell'applicazione dei carichi

Sulla base delle azioni definite si riportano, in sintesi, i valori delle azioni impiegate e la loro applicazione nel modello di calcolo per il dimensionamento e verifica del manufatto considerato.

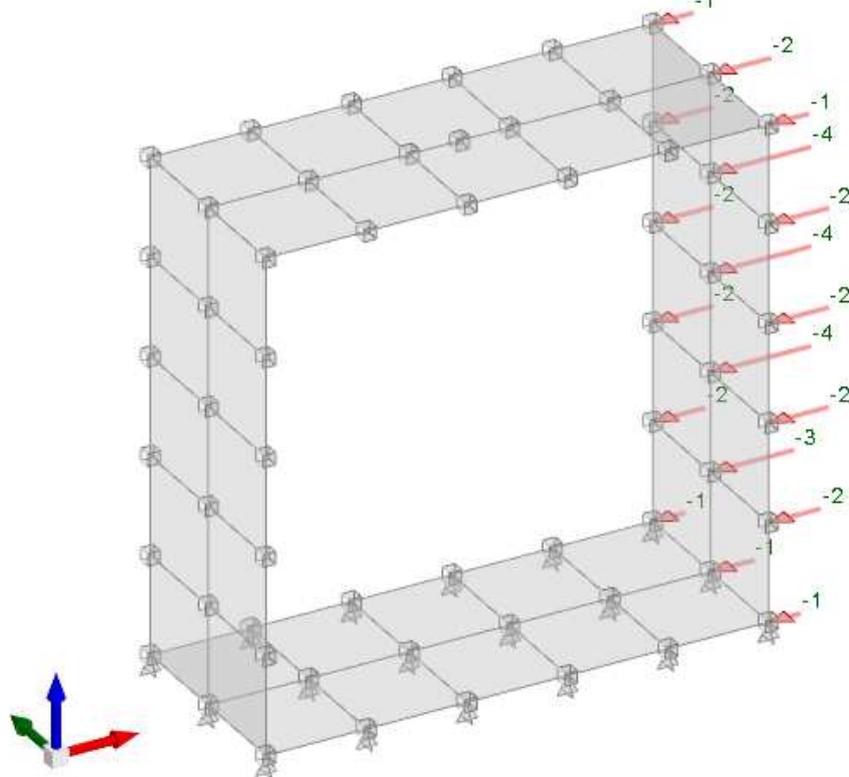


Condizione carichi permanenti NON strutturali [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO

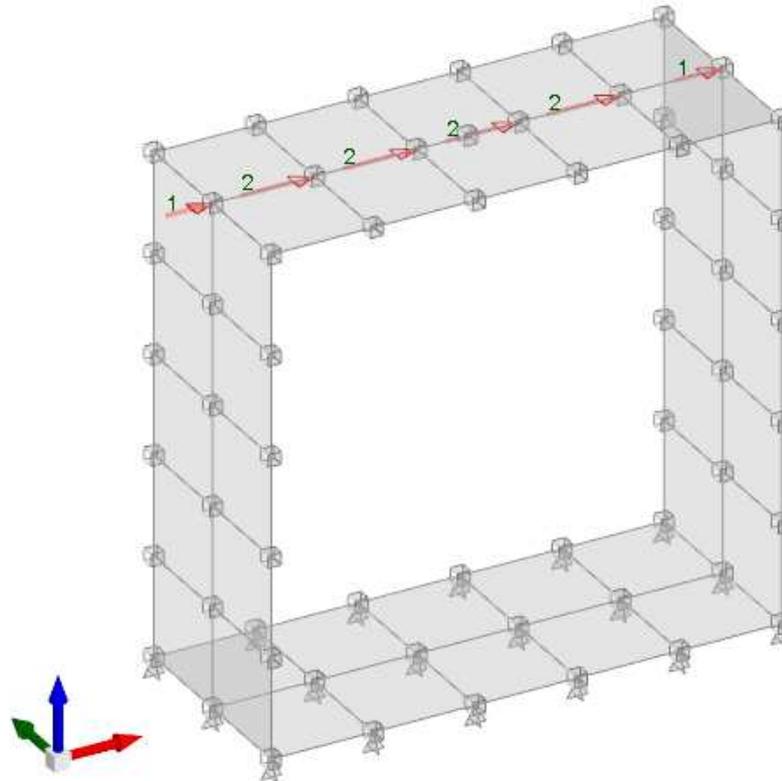


Condizione carichi variabili traffico sinistra [kN,m]

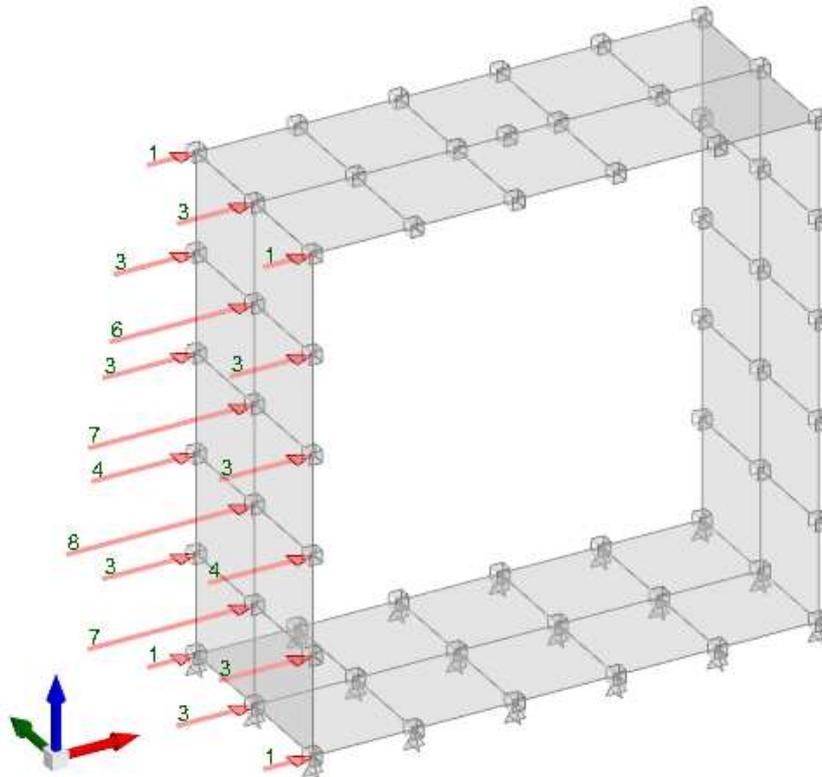


Condizione carichi variabili traffico destra [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO

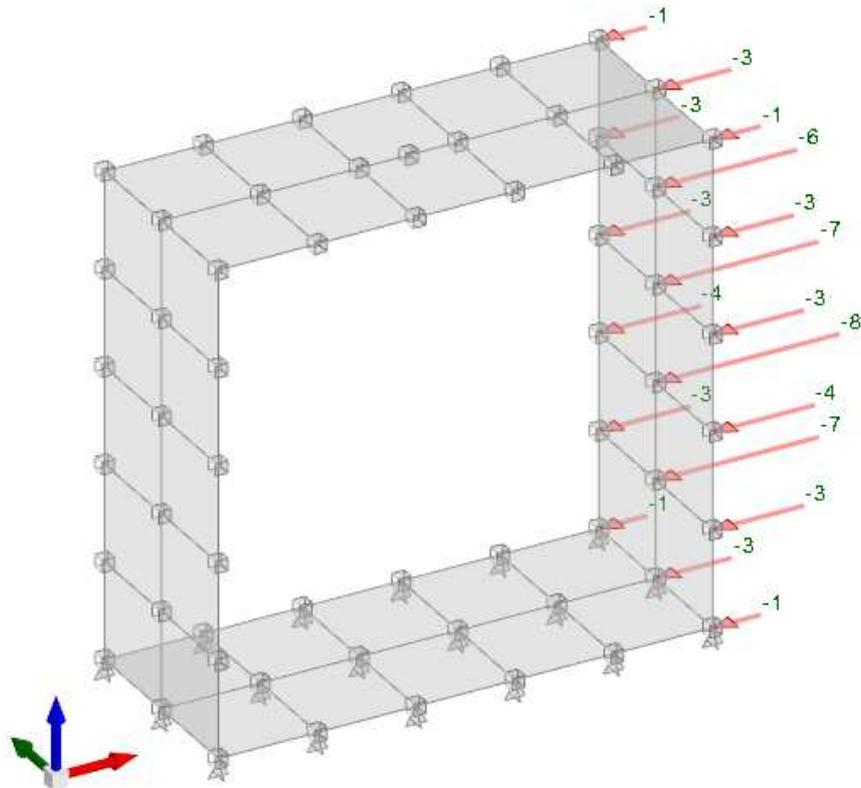


Condizione frenatura [kN,m]

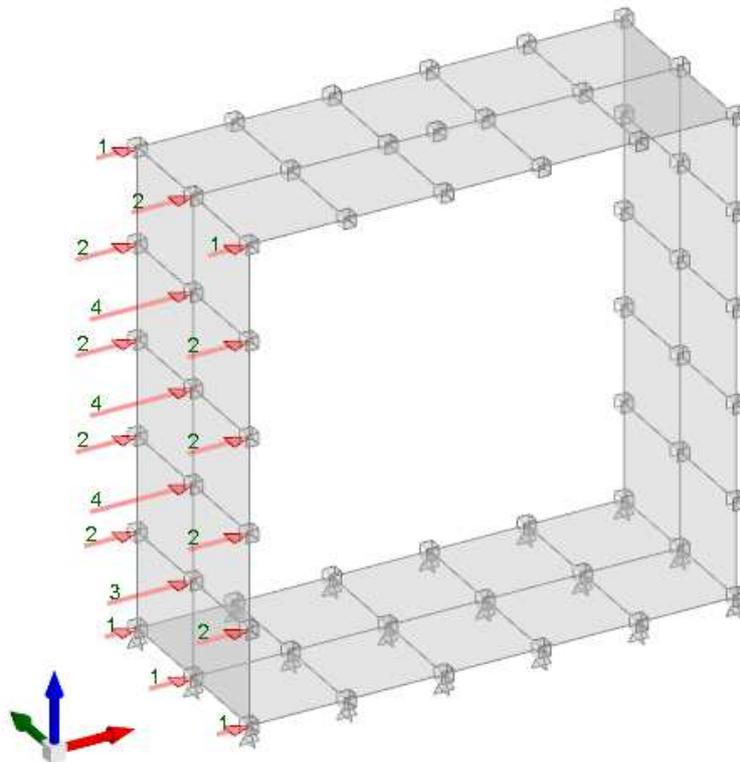


Condizione Spinta terreno sinistra [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO

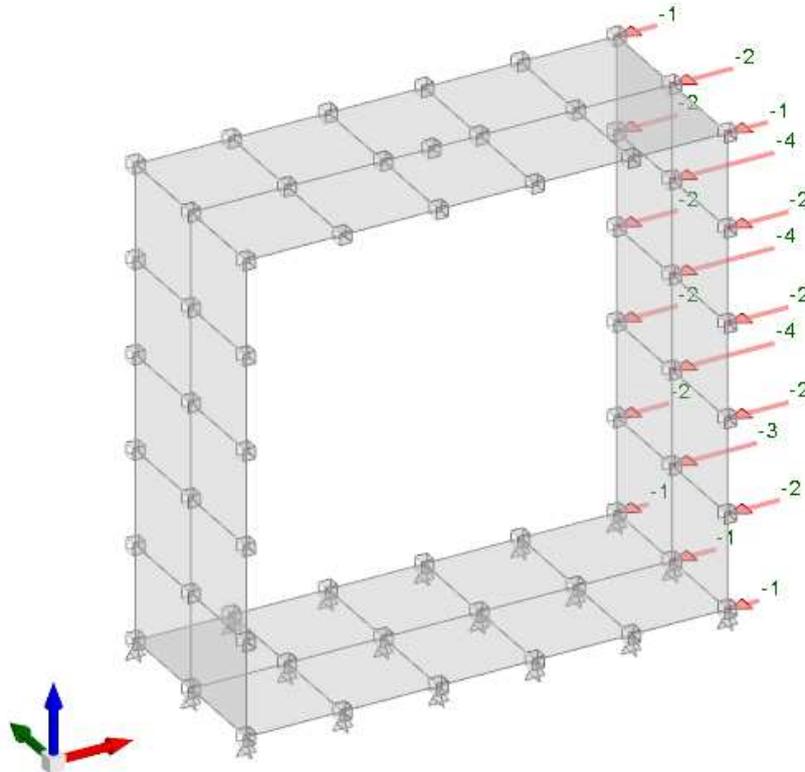


Condizione Spinta terreno destra [kN,m]

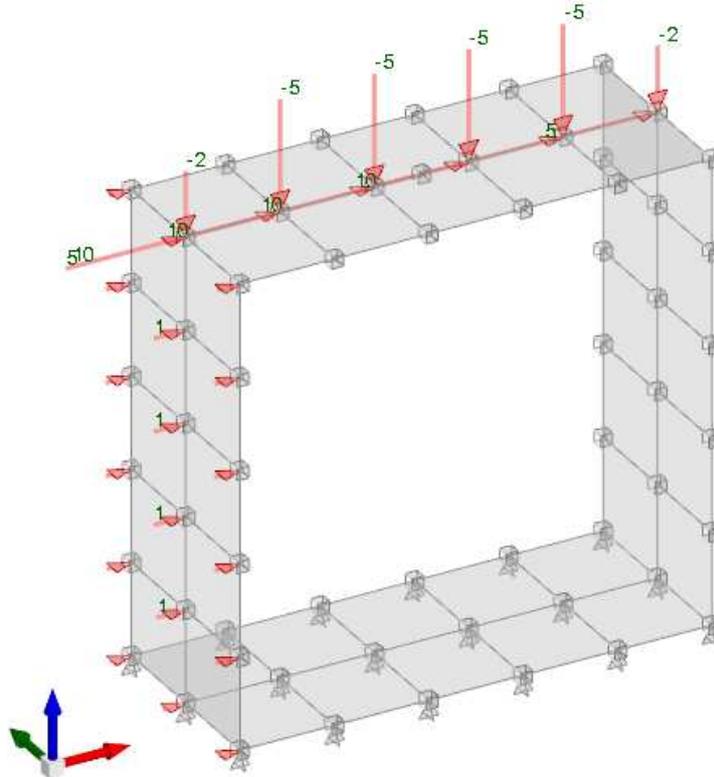


Condizione Spinta sismica terreno sinistra [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO

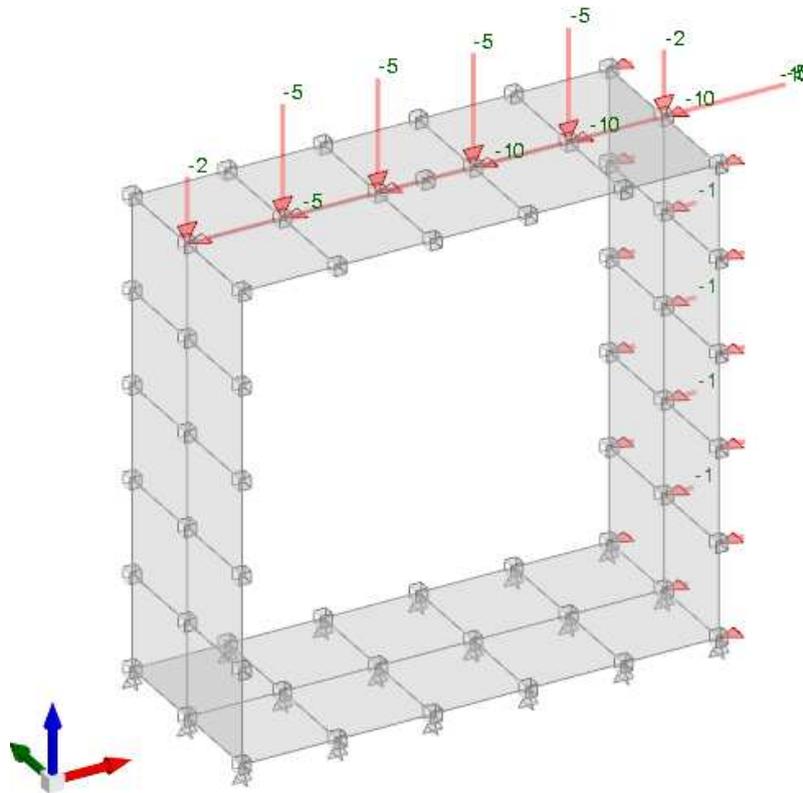


Condizione Spinta sismica terreno destra [kN,m]



Condizione sisma da sinistra [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO



Condizione sisma da destra [kN,m]

7 Analisi dei carichi muri d'ala

7.1 Peso proprio strutturale

Il peso proprio del manufatto è calcolato in automatico dal codice di calcolo assumendo per il calcestruzzo $\gamma_{ca} = 25 \text{ kN/m}^3$.

7.2 Carichi permanenti portati

7.2.1 Carichi permanenti soletta

Sulla soletta di fondazione del muro d'ala dello scatolare sono presenti carichi permanenti non strutturali dovuti alla presenza del rinterro, del pacchetto di pavimentazione stradale e del massetto delle pendenze con impermeabilizzazione. Tali carichi sono esplicitati di seguito.

Rinterro (h=3.20 m, p.p = 18 kN/m ³)	57.60 kN/m ²
Pacchetto stradale (h=0.65, p.p = 24 kN/m ³).....	15.60 kN/m ²
Impermeabilizzazione.....	<u>0.10 kN/m²</u>
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	73.30 kN/m²

7.2.2 Carichi permanenti testa paramento verticale

Parapetto metallico.....	<u>0.15 kN/m</u>
Carico permanente non strutturale totale G_{2k}	0.15 kN/m

7.3 Spinta delle terre sulle pareti

7.3.1 Spinta delle terre in condizioni statiche

La spinta orizzontale del terreno (S_t) è valutata mediante l'espressione:

$$\sigma_h(z) = \gamma' z K_o$$

con

- z = profondità misurata dal piano campagna
- K_o = coefficiente di spinta a riposo; $K_o = 1 - \text{sen } \phi$

risulta pertanto una spinta del terreno con distribuzione triangolare con valore nullo al piano campagna e massimo alla base della platea.

7.3.2 Spinta dell'acqua

La spinta orizzontale dell'acqua (S_w) sulle pareti laterali non risulta presente vista la profondità della falda per il progetto dell'opera in esame.

7.3.3 Spinta delle terre in condizioni sismiche

Per l'analisi in condizioni sismiche si fa riferimento al metodo pseudo statico. L'incremento di sollecitazione della spinta delle terre per effetto dell'eccitazione sismica, nelle due sezioni caratteristiche indagate, dipende sostanzialmente dal meccanismo di collasso geotecnico derivante dagli spostamenti ammissibili del sistema parete-terreno.

In presenza di sisma la struttura scatolare tende ad avere un comportamento "rigido" (muro che non può subire spostamenti). L'incremento di spinta sismica delle terre (S_{sis}), da sommare alla spinta statica, applicata a metà della parete considerata, è dato dall'espressione proposta da WOOD:

$$S_{sis} = a_g/g \cdot g \cdot S \cdot H_{sc}$$

essendo:

- S_{sis} = incremento di spinta sismica applicata a $H_{sc}/2$;
- H_{sc} = altezza di calcolo della struttura;
- g = peso di volume saturo del terreno;
- a_g/g accelerazione orizzontale su suolo rigido;
- $S = S_s S_T$ coefficiente di amplificazione stratigrafica/topografica.

I coefficienti di intensità sismica sono dati dalle espressioni (NTC08 7.11.6.2.1):

$$k_h = \beta_m a_{max}/g$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

con:

- $a_{\max} = S_S S_T a_g$;
- β_m coefficiente riportato in normativa (tabella 7.11.II). $\beta_m = 1$ per muri che non subiscono spostamenti.

Si riportano di seguito i parametri adottati per l'analisi sismica (in condizioni di SLV) dell'opera ricavati a partire dall'individuazione secondo normativa vigente della zona sismica nella quale ricade l'intervento. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni delle unità geotecniche sono compatibili con la categoria B; le caratteristiche topografiche rispondono alla categoria T1, secondo NTC18.

Le spinte sismiche su pareti opposte sono considerate in condizione di spinta asimmetrica in modo tale da massimizzare le sollecitazioni.

7.3.4 Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali

La spinta dovuta ai sovraccarichi accidentali viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_{cq} = q \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- q è l'entità del sovraccarico accidentale agente (peso della pavimentazione e del terreno di ricoprimento); sono stati considerati due differenti carichi accidentali da traffico:
 - carico concentrato, Q_1 come da normativa, diffuso fino al piano medio della soletta di copertura
 - carico distribuito su corsia
- k_0 è il coefficiente di spinta del terreno
- H è l'altezza complessiva dello strato di terreno

Il coefficiente di spinta è assunto pari a quello delle condizioni a riposo (k_0).

7.3.5 Inerzia delle masse strutturali in condizioni sismiche

L'inerzia delle masse strutturali è stata considerata tramite l'applicazione di carichi permanenti strutturali e non strutturali che sono accelerati tramite l'azione sismica definita dalle forme spettrali descritte.

7.3.6 Riepilogo del calcolo della spinta del rinterro sulle pareti

Il riepilogo delle spinte sopra menzionate, esercitate dal rinterro a tergo delle pareti del manufatto è riportato nei tabulati e nel grafico di seguito riportato.

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 del terreno sulle pareti del manufatto si tiene conto della presenza di:

- Spinta del materiale di rinterro a tergo, per il quale si considerano le seguenti caratteristiche geomeccaniche:
 $\gamma_k = 18,0 \quad \text{kN/m}^3$ peso di volume caratteristico;
 $\varphi'_k = 35 \quad ^\circ$ angolo di operativo attrito caratteristico.
- Spinta dovuta al sovraccarico accidentale imputabile ai carichi variabili da traffico sul terreno a tergo, diffuso fino alla quota della soletta di copertura (si vedano paragrafi successivi).
- Spinta terreno di ricoprimento dello scatolare

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

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

GEOMETRIA MURO E RINTERRO

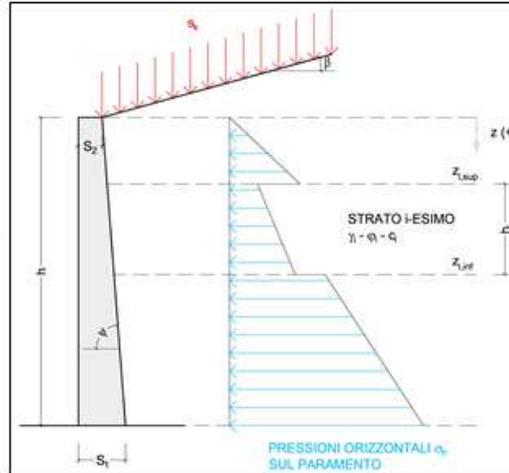
$\gamma_m =$	25	kN/m ³	Peso per unità di volume
$s_1 =$	0.4	m	Spessore alla base
$s_2 =$	0.4	m	Spessore in testa
$h_1 =$	0.4	m	Altezza suola fondazione
$h =$	3	m	Altezza paramento
$\beta =$	0	°	Ang. terrapieno sull'orizzontale (>0 antiorario)
$\psi =$	90	°	Ang. par. interna sull'orizzontale (>0 orario)
$H =$	3.4	m	Altezza totale muro

MODALITA' DI SPINTA

Spinta in quiete

PARAMETRI SISMICI

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



$a_g =$	0.224	g	Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale (riferita all'accel. di gravità g)
$F_0 =$	2.475		Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale
$T_c =$	0.330	s	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$C_0 =$	1.373		Coefficiente che modifica il valore del periodo T_c
$S_1 =$	1.178		Coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S_2 =$	1.000		Coefficiente di amplificazione topografica
$S_3 =$	1.178		Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo
$a_{max} =$	0.264	g	Accelerazione massima attesa al sito (riferita all'accelerazione di gravità g)
$\beta_{red} =$	1.00		Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
$k_{h1} =$	0.264		Coefficiente sismico orizzontale
$k_{h2} =$	0.132		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso l'alto
$k_{h3} =$	-0.132		Coefficiente sismico verticale con accelerazione diretta verso il basso
$\theta_{h1} =$	13.14	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso l'alto
$\theta_{h2} =$	16.93	°	Rotazione addizionale terreno-muro per accelerazione sismica verticale verso il basso

SOVRACCARICHI SUL RINTERRO

q_{1k}	q_{2k}	q_{1k}	
20.7	0	42.89	kN/m ²
s_{q1k}	s_{q2k}	s_{q1k}	
1	1	0.3	

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

Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi

γ_{G1}	γ_{G2}	γ_Q	γ_E	
1	1	1	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLE
1.3	1.5	1.5	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (A1) E APPROCCIO 2
1	1.3	1.3	-	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (A2)
1	1	1	1	Coefficiente parziali di sicurezza dei carichi in combinazione sismica SLV

Coefficiente parziali di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

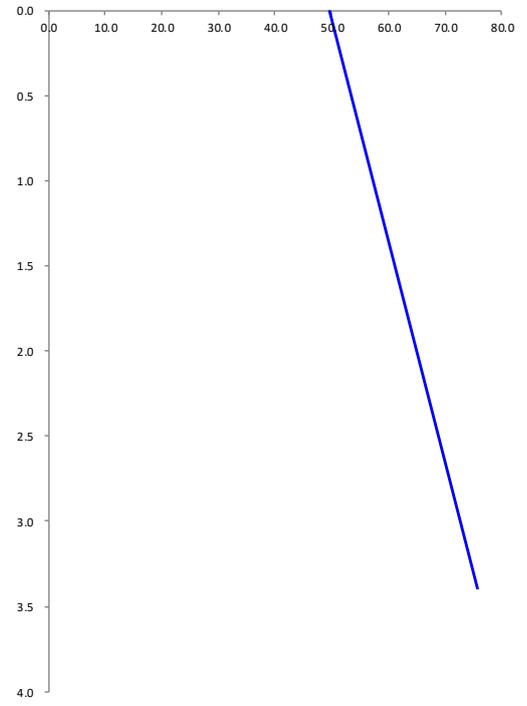
γ_r	γ_a	γ_c	
1	1	1	Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV
1	1.25	1.25	Coefficiente parziali di sicurezza dei parametri geotecnici - SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)

CARATTERISTICHE STRATI TERRENO

Strato	Z _{sup} [m]	Z _{int} [m]	h [m]	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLE / SLU - APPROCCIO 1 - COMB 1 (M1), APPROCCIO 2 / SLV				PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)				COEFF. DI SPINTA DI PROGETTO SLU - APPROCCIO 1 - COMB 2 (M2)			
				γ _k [kN/m ³]	φ _k [°]	δ _k [°]	c _k ' [kN/m ²]	γ _d [kN/m ³]	φ _d [°]	δ _d [°]	c _d ' [kN/m ²]	k _{0,d} [-]	k _{s,d} [-]	k _{ea,d} [-]	k _{eb,d} [-]	γ _d [kN/m ³]	φ _d [°]	δ _d [°]	c _d ' [kN/m ²]	k _{0,d} [-]	k _{s,d} [-]	k _{ea,d} [-]	k _{eb,d} [-]
1	0.00	3.40	3.40	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
2	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
3	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
4	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
5	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
6	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
7	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
8	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
9	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589
10	3.40	3.40	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	18.00	35.00	0.00	0.00	0.426	0.271	0.421	0.482	18.00	29.26	0.00	0.00	0.511	0.343	0.516	0.589

PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV

STRATO	Z _{sup} / Z _{int} [m]	k _{eq} [-]	PRESSIONI DI PROGETTO CONDIZIONI SISMICHE SLV											σ _{tot} [kN/m ²]
			Tensione verticale litostatica σ _{vd} [kN/m ²]	σ _{td} Terreno [kN/m ²]	σ _{td} Sovraccarichi permanenti strutturali [kN/m ²]	σ _{td} Sovraccarichi permanenti non strutturali [kN/m ²]	σ _{td} 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	
1	0.00	0.43	0.0	0.00	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	49.71	
2	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
3	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
4	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
5	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
6	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
7	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
8	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
9	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	
10	3.40	0.43	61.2	26.10	8.83	0.00	18.29	2.64	16.17	2.33	0.00	1.45	75.81	



7.4 Carichi da traffico

7.4.1 Carichi agenti sulla soletta di copertura

Il carico accidentale da traffico agente sulla soletta di copertura è stato valutato secondo lo schema n.1 proposto dal D.M. 17.01.2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni al paragrafo 5.1.3.3.5 e riportato nell’immagine seguente:

RELAZIONE DI CALCOLO

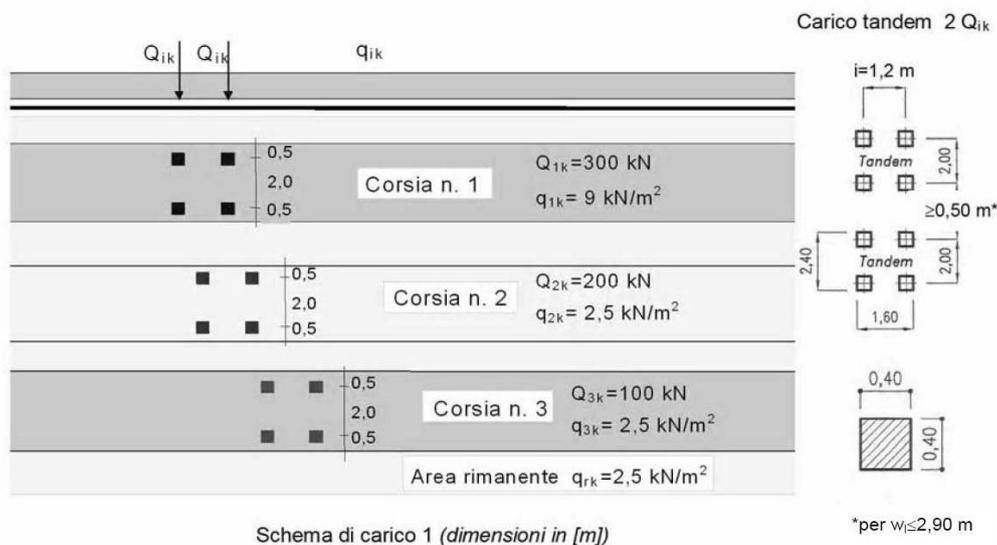


Figura 9 - Carichi da traffico secondo NTC2018

A favore di sicurezza, si considera che la striscia unitaria di tombino considerata nei calcoli, sia disposta in corrispondenza della corsia convenzionale n.1, alla quale si associano i seguenti carichi:

- $Q_{1a} = 2 \times 300 \text{ kN}$ disposti come nell'immagine precedente
- $q_{1a} = 9.00 \text{ kN/m}^2$,

In accordo con quanto prescritto al par. C5.1.3.3.7.1 della Circolare del 2019 in merito ai carichi da traffico uniformemente distribuiti equivalenti su rilevati e terrapieni, ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m.

In accordo con quanto prescritto dalle NTC2018, il carico concentrato deve essere opportunamente diffuso secondo lo schema riportato (v. Figura 4).

RELAZIONE DI CALCOLO

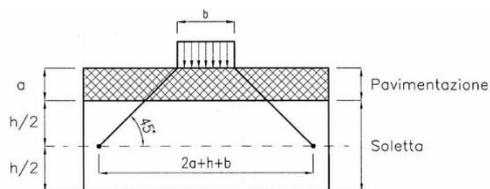


Figura 5.1.3a – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

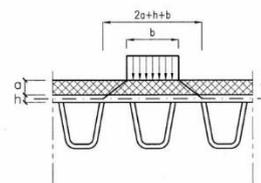


Figura 5.1.3b – Diffusione dei carichi concentrati negli impalcati a piastra ortotropa

Figura 10 – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

Per il terreno di ricoprimento si considera, a vantaggio di sicurezza, un angolo di 30°. Conseguentemente il carico risulta diffuso come illustrato in Figura 5.

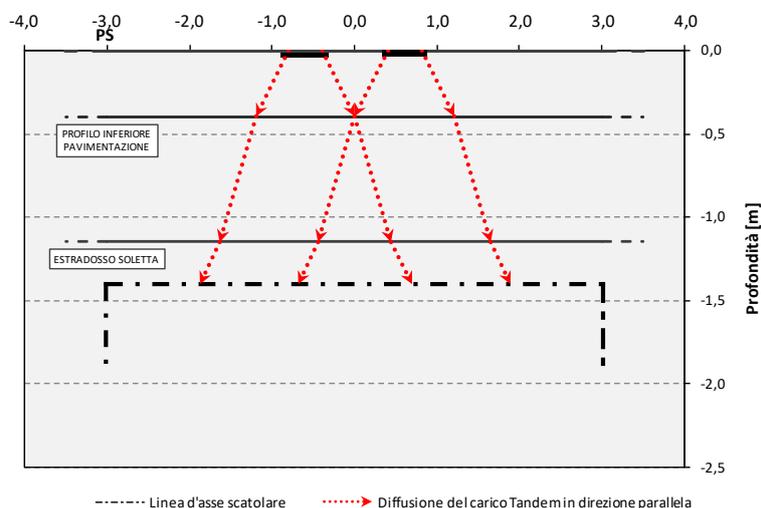


Figura 11 – Diffusione dei carichi concentrati in direzione parallela al traffico per lo schema di carico 1

Per il caso in esame l'area di diffusione del relativo carico concentrato si ricava considerando i seguenti spessori ed angoli di diffusione:

STRATI DI DIFFUSIONE DEL CARICO	SPESSORE	ANGOLO DI DIFFUSIONE DEL CARICO (α)
Pavimentazione stradale	0.65 [m]	45 [°]
Terreno di ricoprimento	2.08 [m]	30 [°]
Soletta di copertura in c.a.	0.00 [m]	45 [°]

Il calcolo del carico uniformemente distribuito equivalente per i carichi tandem, diffuso fino al piano medio della soletta superiore, è riepilogato nella tabella di seguito.

A vantaggio di sicurezza, per tenere conto dell'eventuale sovrapposizione dei carichi diffusi per corsie adiacenti, si considera una larghezza di diffusione in direzione ortogonale al traffico pari alla larghezza della corsia, senza ulteriore diffusione. In questo modo la minore riduzione del carico consente di portare in conto eventuali incrementi dovuti alla sovrapposizione delle aree di diffusione.

VALUTAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEI CARICHI MOBILI CONCENTRATI STRADALI		
Dimensione dell'area di impronta del carico tandem direzione parallela al traffico	b_T	2.20 [m]
Dimensione dell'area di impronta del carico tandem direzione ortogonale al traffico	b_L	3.00 [m]
Spessore totale ricoprimento	d	2.73 [m]
Carico distribuito (schema di carico 1)	q_{1k}	9,00 [kPa]
Carico asse tandem (schema di carico 1)	Q_{1k}	300.00 [kN]
Calcolo dei carichi per modello di calcolo		
Larghezza di diffusione del carico ($a = d \tan(\alpha^\circ)$)		1.85 [m]
Dimensione dell'area di diffusione del carico direzione parallela al traffico ($b_T + 2d \tan(\alpha^\circ)$)		5.90 [m]
Dimensione dell'area di diffusione del carico direzione ortogonale al traffico ($b_L + 2d \tan(\alpha^\circ)$)		3.00 [m]
Area di diffusione sul piano medio della soletta		17.71 [m]
Carico concentrato stradale diffuso fino alla linea media della soletta superiore		33.89 [kPa]

Figura 12 - Carichi da traffico agenti sulla soletta di copertura

Al carico tandem così determinato si somma il carico uniformemente distribuito sulla corsia $q_{1k} = 9.00 \text{ kN/m}^2$.

7.5 Azione della temperatura

Per l'azione della temperatura si è fatto riferimento ai valori riportati al §3.5.5 delle NTC18.

Tab. 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15^\circ\text{C}$

7.6 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: 42.719913 [°]

longitudine: 12.633593 [°]

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 SLD, SLV ed SLO.

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

a_g – Accelerazione massima orizzontale al sito

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

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

Per il sito in esame i parametri sopra indicati risultano specificati di seguito:

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	A_g/g	F_0	$T_c^*(s)$
SLO	Default (81)	60	Default (0.0822)	Default (2.47)	Default (0.285)
SLD	Default (63)	101	Default (0.1013)	Default (2.451)	Default (0.29)
SLV	Default (10)	949	Default (0.2243)	Default (2.475)	Default (0.33)
SLC	Default (5)	1950	Default (0.274)	Default (2.504)	Default (0.341)

Per il caso in esame la categoria sismica del suolo di fondazione è individuata come **B**, mentre l'amplificazione topografica risulta T1.

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

$$S_S = 1.2$$

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

$$S = S_S S_T = 1.20$$

Pertanto l'accelerazione massima attesa al sito risulta:

$$a_{max} = 0.264 \text{ g}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale } F_h = k_h \times W$$

Forza sismica verticale $F_v = k_v \times W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{\max}/g = 0.264$$

$$k_v = 0.5 \times k_h = 0.132$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2j} Q_{kj}$$

I carichi accidentali da traffico applicano uno $\Psi_2 = 0$, quindi il contributo dei carichi accidentali non viene considerato nella valutazione dell'azione sismica.

Pertanto avremo che:

$$\text{Massa associata al peso proprio paramento verticale } G_1 = 3.40 \times 0.40 \times 6.80 \times 25 = 231.2 \text{ kN/m}$$

7.6.1 Forze sismiche orizzontali

Forza orizzontale sul paramento verticale:

$$F'_h = k_h G_1 = 0.264 \times 231.2 = 61.04 \text{ kN}$$

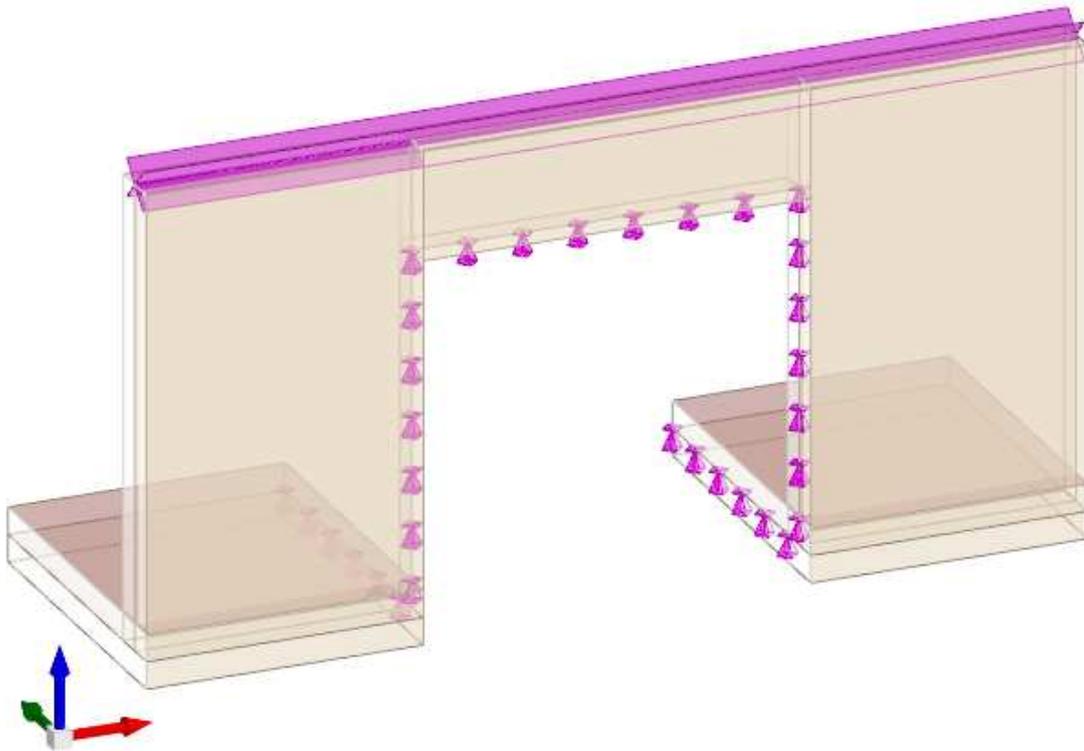
Applicato come carico potenziale alla parete di valore pari a:

$$F'_h = 61.04 / (6.80 \times 3.40) = 2.64 \text{ kN/m}^2$$

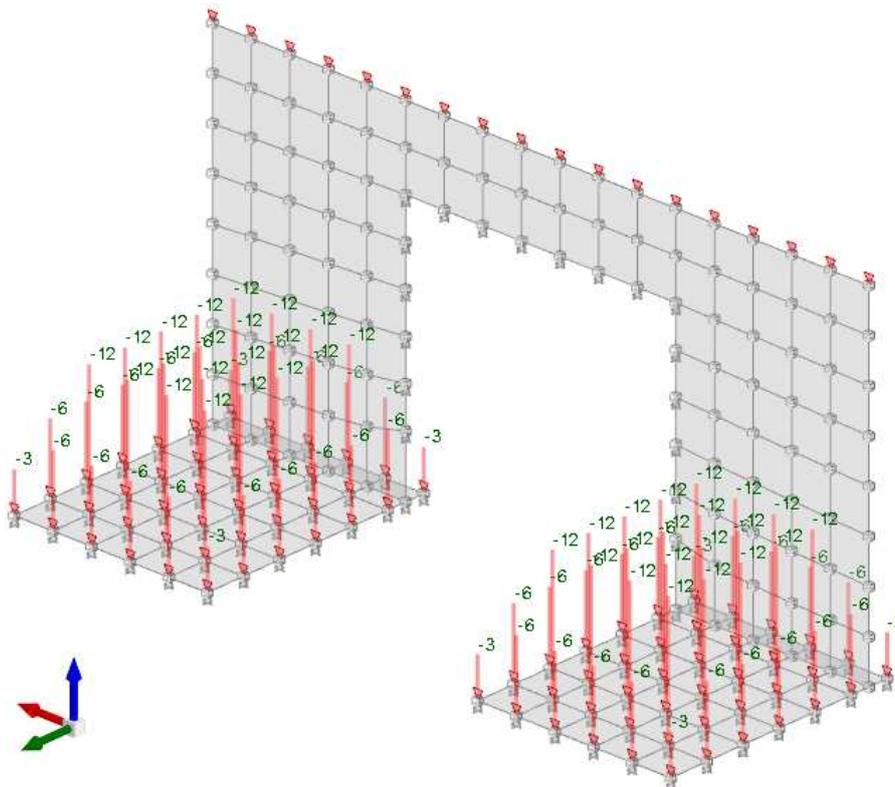
7.7 Sintesi e schemi grafici dell'applicazione dei carichi

Sulla base delle azioni definite si riportano, in sintesi, i valori delle azioni impiegate e la loro applicazione nel modello di calcolo per il dimensionamento e verifica del manufatto considerato.

RELAZIONE DI CALCOLO

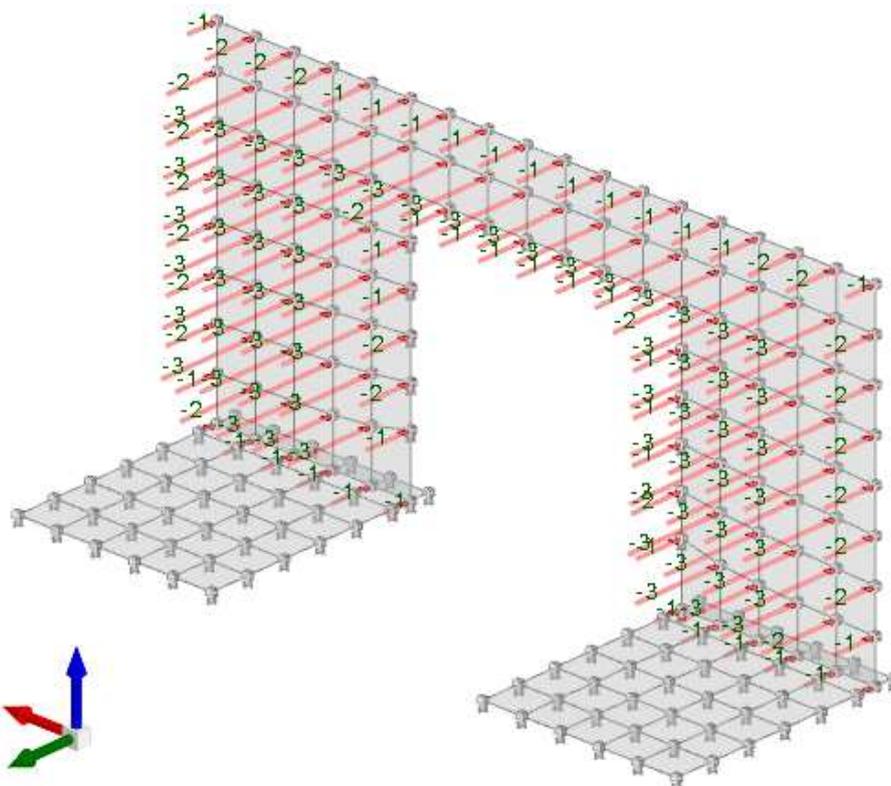


Vista assometrica modello di calcolo

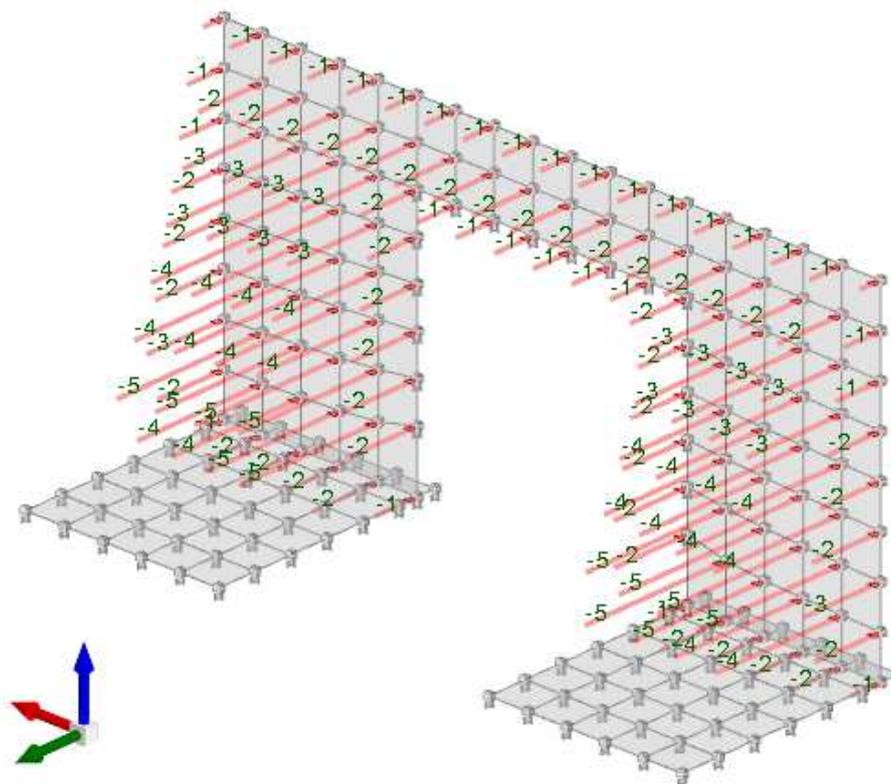


Condizione carichi permanenti NON strutturali [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO

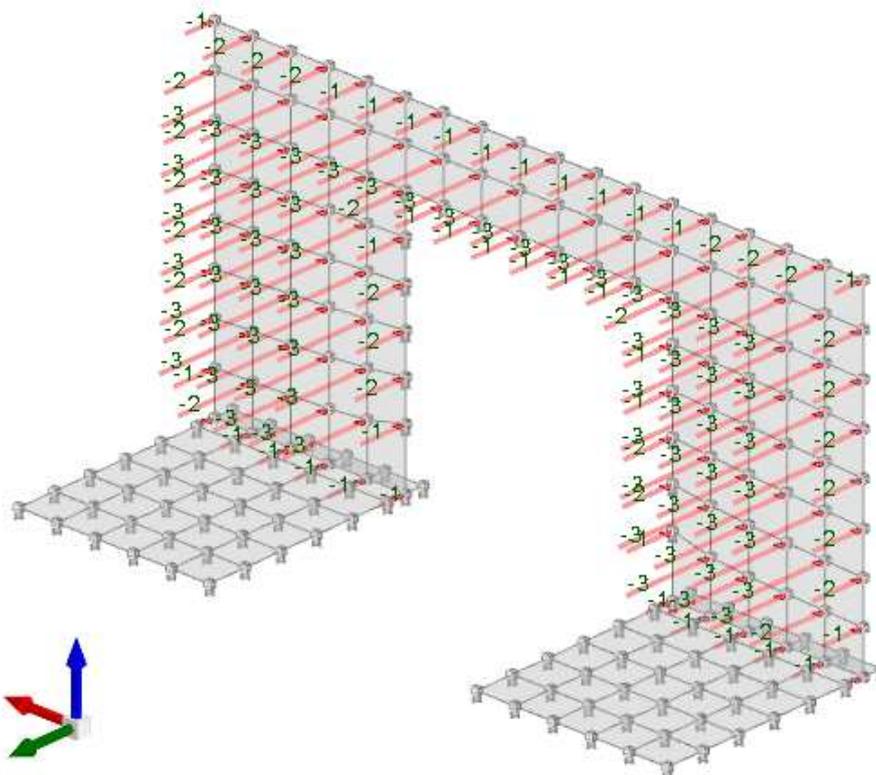


Condizione carichi variabili traffico [kN,m]

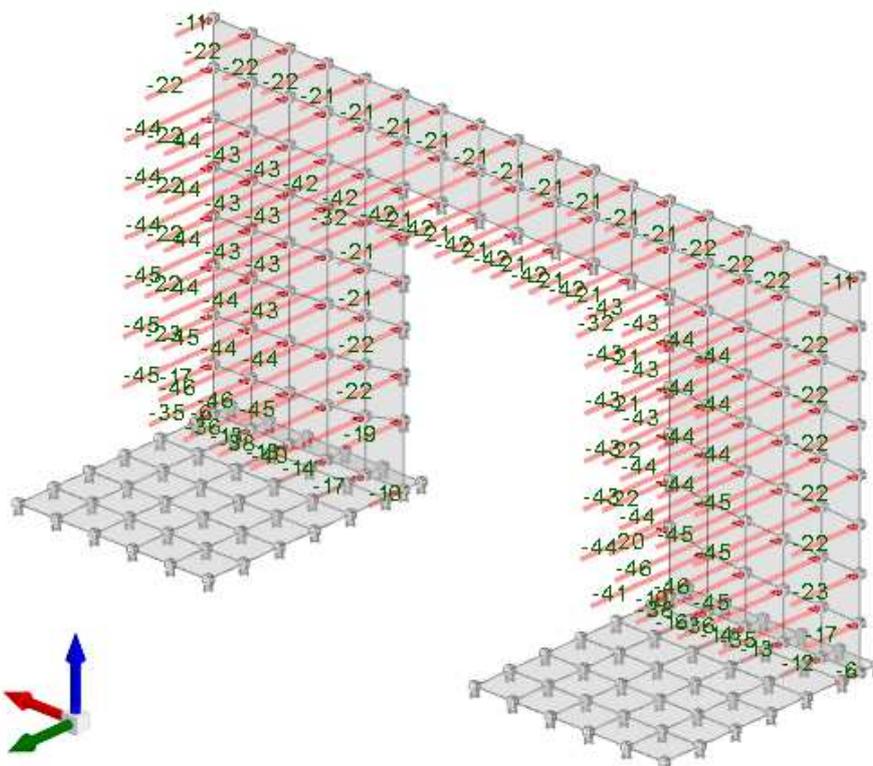


Condizione Spinta terreno [kN,m]

RELAZIONE DI CALCOLO



Condizione Spinta sismica terreno [kN,m]



Condizione sisma [daN,m]

8 Combinazione delle azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono, in accordo con le NTC18, le seguenti combinazioni delle azioni:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Con:

- G_1 , peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 , peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P , pretensione e precompressione (assente in questo progetto);
- Q , azioni variabili sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo
- E , azioni sismiche derivanti dai terremoti.

8.1 Definizione dei coefficienti di partecipazione

I valori dei coefficienti correttivi introdotti sono riportati nelle tabelle; per la struttura in esame sono stati considerati i coefficienti amplificativi riportati in normativa nel capitolo relativo ai ponti (cap. 5 - Tab. 5.1.V).

RELAZIONE DI CALCOLO

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

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

Figura 13 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Figura 14 - Coefficienti per le azioni variabili per ponti stradali

Ai sensi di quanto previsto dal NTC 2018 le combinazioni di carico sono state sviluppate secondo la Tab. 5.1.IV.A qui di seguito riportata:

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ²
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti di 3^a categoria
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

8.2 Condizioni elementari di carico scatolare

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Permanente				
Permanenti portati	Permanente				
Sovraccarico variabile traffico sinistra	Media	0.75	0.75	0	
Sovraccarico variabile traffico destra	Media	0.75	0.75	0	
Frenatura	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sismica terreno sinistra	Media	0	0	0	
Spinta sismica terreno destra	Media	0	0	0	
Spinta terreno sinistra	Permanente	1	1	1	
Spinta terreno destra	Permanente	1	1	1	
Sisma da sinistra	Media	0	0	0	
Sisma da destra	Media	0	0	0	
Variabile soletta inferiore	Media	0.75	0.75	0	
Variabile soletta superiore	Media	0.75	0.75	0	
ΔT	Media	0.6	0.5	0	Si

Di conseguenza, si riportano le combinazioni delle azioni implementate nel programma di calcolo, rispettivamente per le verifiche SLU e SLE.

8.3 Combinazioni di carico scatolare

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Sovraccarico variabile traffico A (concentrato): Sovraccarico variabile traffico A (concentrato)

Sovraccarico variabile traffico B (distribuito): Sovraccarico variabile traffico B (distribuito)

Frenatura: Frenatura

Spinta sismica terreno: Spinta sismica terreno

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EySx SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

ExSy SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

SLV X: Sisma X SLV

SLV Y: Sisma Y SLV

SLV Z: Sisma Z SLV

EySx SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

ExSy SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr sLV X: Terreno sisma X SLV

Tr sLV Y: Terreno sisma Y SLV

Tr sLV Z: Terreno sisma Z SLV

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
	SLU	0	0	0	0	0	0	0
1	SLU 1	1	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0	0	0	0	0	0
9	SLU 9	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
10	SLU 10	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
11	SLU 11	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
12	SLU 12	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
13	SLU 13	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
14	SLU 14	1	0	1.35	1.35	0	0	0
15	SLU 15	1	0	1.35	1.35	0	0	0
16	SLU 16	1	0	1.35	1.35	0	0	0
17	SLU 17	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
18	SLU 18	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
19	SLU 19	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
20	SLU 20	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
21	SLU 21	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
22	SLU 22	1	0	1.35	1.35	0	0	0
23	SLU 23	1	0	1.35	1.35	0	0	0
24	SLU 24	1	0	1.35	1.35	0	0	0
25	SLU 25	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
26	SLU 26	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
27	SLU 27	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
28	SLU 28	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
29	SLU 29	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
30	SLU 30	1	0	0	1.35	0	0	0
31	SLU 31	1	0	0	1.35	0	0	0
32	SLU 32	1	0	0	1.35	0	0	0
33	SLU 33	1	0	1.35	1.35	0	0	0
34	SLU 34	1	0	1.35	1.35	0	0	0
35	SLU 35	1	0	1.35	1.35	0	0	0
36	SLU 36	1	1.5	0	0	0	0	0
37	SLU 37	1	1.5	0	0	0	0	0
38	SLU 38	1	1.5	0	0	0	0	0
39	SLU 39	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
40	SLU 40	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
41	SLU 41	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
42	SLU 42	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
43	SLU 43	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
44	SLU 44	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
45	SLU 45	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
46	SLU 46	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
47	SLU 47	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
48	SLU 48	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
49	SLU 49	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
50	SLU 50	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
51	SLU 51	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
52	SLU 52	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
53	SLU 53	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
54	SLU 54	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
55	SLU 55	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
56	SLU 56	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
57	SLU 57	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
58	SLU 58	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
59	SLU 59	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
60	SLU 60	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
61	SLU 61	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
62	SLU 62	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
63	SLU 63	1.35	0	0	0	0	0	0
64	SLU 64	1.35	0	0	0	0	0	0
65	SLU 65	1.35	0	0	0	0	0	0
66	SLU 66	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
67	SLU 67	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
68	SLU 68	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
69	SLU 69	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
70	SLU 70	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
71	SLU 71	1.35	0	1.35	0	0	0	0
72	SLU 72	1.35	0	1.35	0	0	0	0
73	SLU 73	1.35	0	1.35	0	0	0	0
74	SLU 74	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
75	SLU 75	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
76	SLU 76	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
77	SLU 77	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
78	SLU 78	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
79	SLU 79	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
80	SLU 80	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
81	SLU 81	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
82	SLU 82	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
83	SLU 83	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
84	SLU 84	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
85	SLU 85	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
86	SLU 86	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
87	SLU 87	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
88	SLU 88	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
89	SLU 89	1.35	0	1.013	1.013	1.35	0	0
90	SLU 90	1.35	0	0	1.35	0	0	0
91	SLU 91	1.35	0	0	1.35	0	0	0
92	SLU 92	1.35	0	0	1.35	0	0	0
93	SLU 93	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
94	SLU 94	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
95	SLU 95	1.35	0	1.35	1.35	0	0	0
96	SLU 96	1.35	1.5	0	0	0	0	0
97	SLU 97	1.35	1.5	0	0	0	0	0
98	SLU 98	1.35	1.5	0	0	0	0	0
99	SLU 99	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
100	SLU 100	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
101	SLU 101	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
102	SLU 102	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
103	SLU 103	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
104	SLU 104	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
105	SLU 105	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
106	SLU 106	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
107	SLU 107	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
108	SLU 108	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
109	SLU 109	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
110	SLU 110	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
111	SLU 111	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
112	SLU 112	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
113	SLU 113	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
114	SLU 114	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
115	SLU 115	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
116	SLU 116	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
117	SLU 117	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
118	SLU 118	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
119	SLU 119	1.35	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
120	SLU 120	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
121	SLU 121	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
122	SLU 122	1.35	1.5	1.35	1.35	0	0	0
123	SLU 123	1.35	1.5	1.35	0	0	0	0
124	SLU 124	1.35	1.5	1.35	0	0	0	0
125	SLU 125	1.35	1.5	1.35	0	0	0	0
1 sisma	SLU 9 sisma	1	1	0	0	0	0	1
2 sisma	SLU 10 sisma	1	1	0	0	0	0	1
3 sisma	SLU 11 sisma	1	1	0	0	0	0	1
4 sisma	SLU 12 sisma	1	1	0	0	0	0	1
5 sisma	SLU 13 sisma	1	1	0	0	0	1	0
6 sisma	SLU 14 sisma	1	1	0	0	0	1	0
7 sisma	SLU 15 sisma	1	1	0	0	0	1	0
8 sisma	SLU 16 sisma	1	1	0	0	0	1	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
	SLU	0	0	0	0	0	0	0
1	SLU 1	1	1	0	0	0	0	-1.5
2	SLU 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	1	0	0	0	0	1.5
9	SLU 9	1.35	1	0	0	0	1.013	-1.5
10	SLU 10	1.35	1	0	0	0	1.013	1.5
11	SLU 11	1.35	1	0	0	0	1.013	-0.9
12	SLU 12	1.35	1	0	0	0	1.013	0
13	SLU 13	1.35	1	0	0	0	1.013	0.9
14	SLU 14	1.35	1	0	0	1.35	1.35	-0.9
15	SLU 15	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
16	SLU 16	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0.9
17	SLU 17	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-1.5
18	SLU 18	1	1.35	0	0	1.013	1.013	1.5
19	SLU 19	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-0.9
20	SLU 20	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0
21	SLU 21	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0.9
22	SLU 22	1	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
23	SLU 23	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0
24	SLU 24	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0.9
25	SLU 25	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-1.5
26	SLU 26	1.35	1.35	0	0	0	1.013	1.5
27	SLU 27	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-0.9
28	SLU 28	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0
29	SLU 29	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0.9
30	SLU 30	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-1.5
31	SLU 31	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	1.5
32	SLU 32	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
33	SLU 33	1.35	1.35	0	0	0	1.35	-0.9
34	SLU 34	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0
35	SLU 35	1.35	1.35	0	0	0	1.35	0.9
36	SLU 36	1	1	0	0	1.35	0	-1.5
37	SLU 37	1	1	0	0	1.35	0	0
38	SLU 38	1	1	0	0	1.35	0	1.5
39	SLU 39	1.35	1	0	0	1.35	1.013	-1.5
40	SLU 40	1.35	1	0	0	1.35	1.013	1.5
41	SLU 41	1.35	1	0	0	1.35	1.013	-0.9
42	SLU 42	1.35	1	0	0	1.35	1.013	0
43	SLU 43	1.35	1	0	0	1.35	1.013	0.9
44	SLU 44	1.35	1	0	0	1.35	1.35	-0.9
45	SLU 45	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0
46	SLU 46	1.35	1	0	0	1.35	1.35	0.9
47	SLU 47	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-1.5
48	SLU 48	1	1.35	0	0	1.013	1.013	1.5
49	SLU 49	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-0.9
50	SLU 50	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0
51	SLU 51	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0.9
52	SLU 52	1	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
53	SLU 53	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0
54	SLU 54	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0.9
55	SLU 55	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-1.5
56	SLU 56	1.35	1.35	0	0	0	1.013	1.5
57	SLU 57	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-0.9
58	SLU 58	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0
59	SLU 59	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0.9
60	SLU 60	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
61	SLU 61	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0
62	SLU 62	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0.9
63	SLU 63	1.35	1.35	0	0	0	0	-1.5
64	SLU 64	1.35	1.35	0	0	0	0	0
65	SLU 65	1.35	1.35	0	0	0	0	1.5
66	SLU 66	1.35	1	0	0	1.013	1.013	-1.5
67	SLU 67	1.35	1	0	0	1.013	1.013	1.5
68	SLU 68	1.35	1	0	0	1.013	1.013	-0.9
69	SLU 69	1.35	1	0	0	1.013	1.013	0
70	SLU 70	1.35	1	0	0	1.013	1.013	0.9
71	SLU 71	1.35	1	0	0	1.35	0	-1.5
72	SLU 72	1.35	1	0	0	1.35	0	1.5
73	SLU 73	1.35	1	0	0	1.35	0	-0.9
74	SLU 74	1.35	1	0	0	0	1.35	-0.9
75	SLU 75	1.35	1	0	0	0	1.35	0
76	SLU 76	1.35	1	0	0	0	1.35	0.9
77	SLU 77	1	1.35	0	0	0	1.013	-1.5

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
78	SLU 78	1	1.35	0	0	0	1.013	1.5
79	SLU 79	1	1.35	0	0	0	1.013	-0.9
80	SLU 80	1	1.35	0	0	0	1.013	0
81	SLU 81	1	1.35	0	0	0	1.013	0.9
82	SLU 82	1	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
83	SLU 83	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0
84	SLU 84	1	1.35	0	0	1.35	1.35	0.9
85	SLU 85	1.35	1.35	0	0	1.35	1.013	-1.5
86	SLU 86	1.35	1.35	0	0	1.35	1.013	1.5
87	SLU 87	1.35	1.35	0	0	1.35	1.013	-0.9
88	SLU 88	1.35	1.35	0	0	1.35	1.013	0
89	SLU 89	1.35	1.35	0	0	1.35	1.013	0.9
90	SLU 90	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
91	SLU 91	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0
92	SLU 92	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	0.9
93	SLU 93	1.35	1.35	0	0	0	1.35	-1.5
94	SLU 94	1.35	1.35	0	0	0	1.35	1.5
95	SLU 95	1.35	1.35	0	0	0	1.35	-0.9
96	SLU 96	1.35	1.35	0	0	0	0	-1.5
97	SLU 97	1.35	1.35	0	0	0	0	0
98	SLU 98	1.35	1.35	0	0	0	0	1.5
99	SLU 99	1.35	1	0	0	1.013	1.013	-1.5
100	SLU 100	1.35	1	0	0	1.013	1.013	1.5
101	SLU 101	1.35	1	0	0	1.013	1.013	-0.9
102	SLU 102	1.35	1	0	0	1.013	1.013	0
103	SLU 103	1.35	1	0	0	1.013	1.013	0.9
104	SLU 104	1.35	1	0	0	0	1.35	-0.9
105	SLU 105	1.35	1	0	0	0	1.35	0
106	SLU 106	1.35	1	0	0	0	1.35	0.9
107	SLU 107	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-1.5
108	SLU 108	1	1.35	0	0	1.013	1.013	1.5
109	SLU 109	1	1.35	0	0	1.013	1.013	-0.9
110	SLU 110	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0
111	SLU 111	1	1.35	0	0	1.013	1.013	0.9
112	SLU 112	1	1.35	0	0	0	1.35	-0.9
113	SLU 113	1	1.35	0	0	0	1.35	0
114	SLU 114	1	1.35	0	0	0	1.35	0.9
115	SLU 115	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-1.5
116	SLU 116	1.35	1.35	0	0	0	1.013	1.5
117	SLU 117	1.35	1.35	0	0	0	1.013	-0.9
118	SLU 118	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0
119	SLU 119	1.35	1.35	0	0	0	1.013	0.9
120	SLU 120	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-1.5
121	SLU 121	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	1.5
122	SLU 122	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	-0.9
123	SLU 123	1.35	1.35	0	0	1.35	0	-1.5
124	SLU 124	1.35	1.35	0	0	1.35	0	1.5
125	SLU 125	1.35	1.35	0	0	1.35	0	-0.9
1 sisma	SLU 9 sisma	1	1	0	1	0	0	-0.5
2 sisma	SLU 10 sisma	1	1	0	1	0	0	0.5
3 sisma	SLU 11 sisma	1	1	0	-1	0	0	-0.5
4 sisma	SLU 12 sisma	1	1	0	-1	0	0	0.5
5 sisma	SLU 13 sisma	1	1	1	0	0	0	-0.5
6 sisma	SLU 14 sisma	1	1	1	0	0	0	0.5
7 sisma	SLU 15 sisma	1	1	-1	0	0	0	-0.5
8 sisma	SLU 16 sisma	1	1	-1	0	0	0	0.5

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è

RELAZIONE DI CALCOLO

cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0.75	0.75	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0.75	0.75	1	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0.75	0.75	1	0	0
7	SLE RA 7	1	1	1	1	0	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	1	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0	0	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0	0	0	0
13	SLE RA 13	1	1	0.75	0.75	1	0	0
14	SLE RA 14	1	1	0.75	0.75	1	0	0
15	SLE RA 15	1	1	0.75	0.75	1	0	0
16	SLE RA 16	1	1	0	0	1	0	0
17	SLE RA 17	1	1	0	0	1	0	0
18	SLE RA 18	1	1	0	0	1	0	0
19	SLE RA 19	1	1	0	1	0	0	0
20	SLE RA 20	1	1	0	1	0	0	0
21	SLE RA 21	1	1	0	1	0	0	0
22	SLE RA 22	1	1	0	0	0	0	0
23	SLE RA 23	1	1	0	0	0	0	0
24	SLE RA 24	1	1	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE RA 1	0	0	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	0	0	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	0	1	0	0	0.75	0.75	-1
5	SLE RA 5	0	1	0	0	0.75	0.75	1
6	SLE RA 6	0	1	0	0	0.75	0.75	-0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0	1	1	-0.6
8	SLE RA 8	1	1	0	0	1	1	0
9	SLE RA 9	1	1	0	0	1	1	0.6
10	SLE RA 10	1	0	0	0	0	0	0.6
11	SLE RA 11	1	0	0	0	0	0	-0.6
12	SLE RA 12	1	0	0	0	0	0	0
13	SLE RA 13	0	1	0	0	0	0.75	-1
14	SLE RA 14	0	1	0	0	0	0.75	1
15	SLE RA 15	0	1	0	0	0	0.75	-0.6
16	SLE RA 16	0	1	0	0	0.75	0	-1
17	SLE RA 17	0	1	0	0	0.75	0	1
18	SLE RA 18	0	1	0	0	0.75	0	-0.6
19	SLE RA 19	1	0	0	0	0	1	0.6
20	SLE RA 20	1	0	0	0	0	1	-0.6
21	SLE RA 21	1	0	0	0	0	1	0
22	SLE RA 22	1	1	0	0	1	0	-0.6
23	SLE RA 23	1	1	0	0	1	0	0
24	SLE RA 24	1	1	0	0	1	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.75	0	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0.75	0.75	0.75	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE FR 1	0	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE FR 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	0	0	0	0	0	0	0.5
4	SLE FR 4	0	1	0	0	0	0.75	0
5	SLE FR 5	1	0	0	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0	0.75	0.75	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma da sinistra	Sisma da destra	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE QP 1	0	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE QP 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	0	0	0	0	0	0	0.5

8.4 Condizioni elementari di carico muri d'ala

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Permanente				
Permanenti portati	Permanente				
Sovraccarico variabile traffico	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sismica terreno	Media	0	0	0	
Spinta terreno	Permanente	1	1	1	
Sisma da destra	Media	0	0	0	
ΔT	Media	0.6	0.5	0	Si

8.5 Combinazioni di carico muri d'ala

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Sovraccarico variabile traffico A (concentrato): Sovraccarico variabile traffico A (concentrato)

Sovraccarico variabile traffico B (distribuito): Sovraccarico variabile traffico B (distribuito)

Frenatura: Frenatura

Spinta sismica terreno: Spinta sismica terreno

ΔT : ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EySx SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

ExSy SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

SLV X: Sisma X SLV

SLV Y: Sisma Y SLV

SLV Z: Sisma Z SLV

EySx SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

ExSy SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr sLV X: Terreno sisma X SLV

Tr sLV Y: Terreno sisma Y SLV

Tr sLV Z: Terreno sisma Z SLV

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
	SLU	0	0	0	0	0	0	0
1	SLU 1	1	0	0	0	1	0	-1.5
2	SLU 2	1	0	0	0	1	0	0
3	SLU 3	1	0	0	0	1	0	1.5
4	SLU 4	1	0	1.35	0	1	0	-1.5
5	SLU 5	1	0	1.35	0	1	0	1.5
6	SLU 6	1	0	1.35	0	1	0	-0.9
7	SLU 7	1	0	1.35	0	1	0	0
8	SLU 8	1	0	1.35	0	1	0	0.9
9	SLU 9	1	0	1.35	0	1.35	0	-1.5
10	SLU 10	1	0	1.35	0	1.35	0	1.5
11	SLU 11	1	0	1.35	0	1.35	0	-0.9
12	SLU 12	1	0	1.35	0	1.35	0	0
13	SLU 13	1	0	1.35	0	1.35	0	0.9
14	SLU 14	1	1.5	1.35	0	1	0	-1.5
15	SLU 15	1	1.5	1.35	0	1	0	1.5
16	SLU 16	1	1.5	1.35	0	1	0	-0.9
17	SLU 17	1	1.5	1.35	0	1	0	0
18	SLU 18	1	1.5	1.35	0	1	0	0.9
19	SLU 19	1	1.5	1.35	0	1.35	0	-1.5
20	SLU 20	1	1.5	1.35	0	1.35	0	1.5
21	SLU 21	1	1.5	1.35	0	1.35	0	-0.9
22	SLU 22	1	1.5	1.35	0	1.35	0	0
23	SLU 23	1	1.5	1.35	0	1.35	0	0.9
24	SLU 24	1.35	0	1.35	0	1	0	-1.5
25	SLU 25	1.35	0	1.35	0	1	0	1.5
26	SLU 26	1.35	0	1.35	0	1	0	-0.9
27	SLU 27	1.35	0	1.35	0	1	0	0
28	SLU 28	1.35	0	1.35	0	1	0	0.9
29	SLU 29	1.35	0	1.35	0	1.35	0	-1.5

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
30	SLU 30	1.35	0	1.35	0	1.35	0	1.5
31	SLU 31	1.35	0	1.35	0	1.35	0	-0.9
32	SLU 32	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0
33	SLU 33	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0.9
34	SLU 34	1.35	1.5	1.35	0	1	0	-1.5
35	SLU 35	1.35	1.5	1.35	0	1	0	1.5
36	SLU 36	1.35	1.5	1.35	0	1	0	-0.9
37	SLU 37	1.35	1.5	1.35	0	1	0	0
38	SLU 38	1.35	1.5	1.35	0	1	0	0.9
39	SLU 39	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	-1.5
40	SLU 40	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	1.5
41	SLU 41	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	-0.9
42	SLU 42	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	0
43	SLU 43	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	0.9
1 sisma	SLU 1 sisma	1	1	0	1	1	1	-0.5
2 sisma	SLU 2 sisma	1	1	0	1	1	1	0.5

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	1	0	1	0	-1
2	SLE RA 2	1	1	1	0	1	0	0
3	SLE RA 3	1	1	1	0	1	0	1
4	SLE RA 4	1	1	1	0	1	0	0.6
5	SLE RA 5	1	1	1	0	1	0	-0.6

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0.75	0	1	0	-1
2	SLE FR 2	1	1	0.75	0	1	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0.75	0	1	0	1
4	SLE FR 4	1	1	0.75	0	1	0	0.6
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	1	0	-0.6

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	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

9 SCHEMI GRAFICI SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

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.

9.1 Scatolare

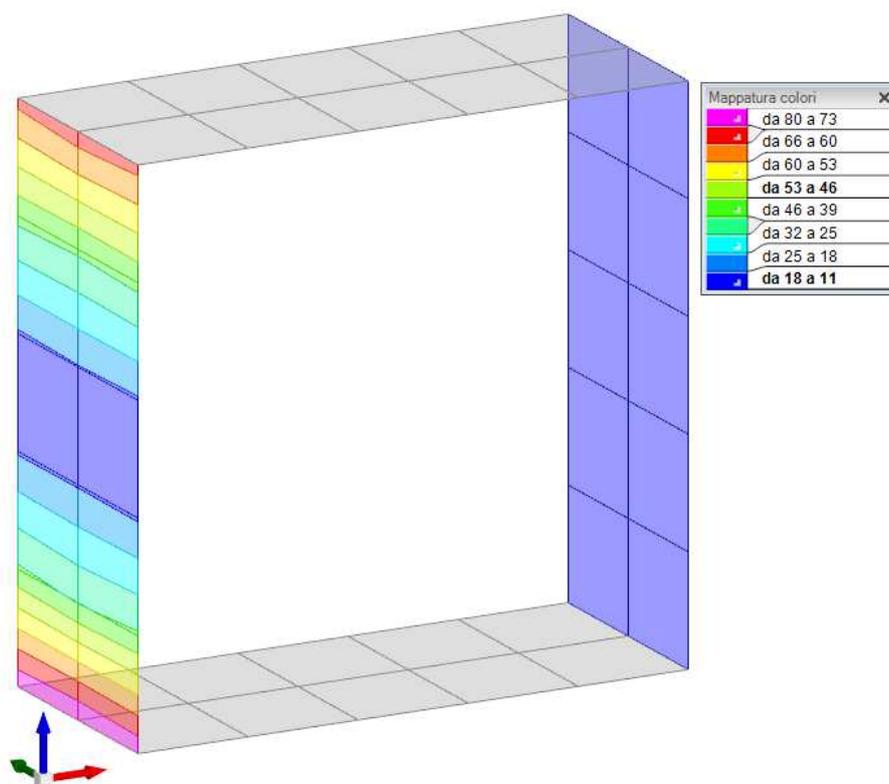


Figura 15 - Involuppo momento flettente M_{zz} – valori massimi (Involuppi SLU-SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

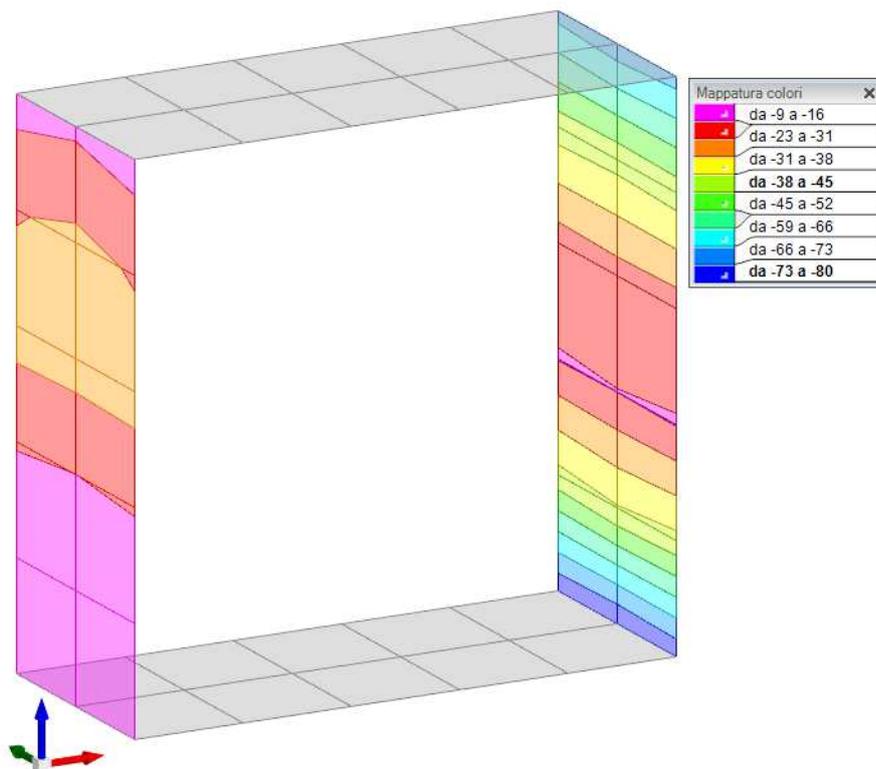


Figura 16 - Inviluppo momento flettente M_{zz} – valori minimi (Inviluppi SLU-SLV)

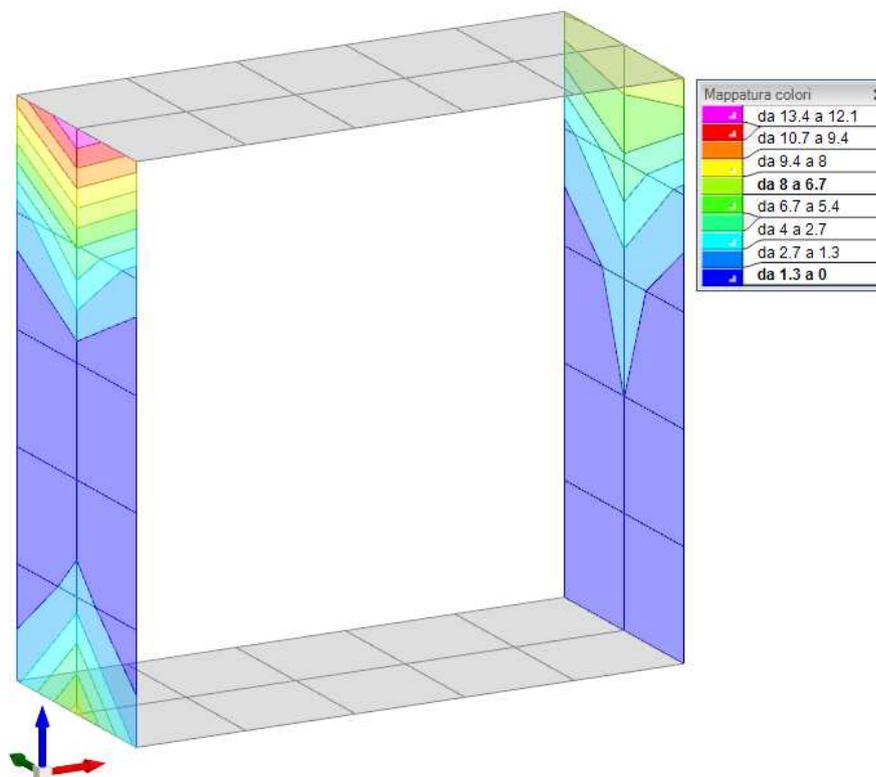


Figura 17 - Inviluppo momento flettente M_{oo} – valori massimi (Inviluppi SLU-SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

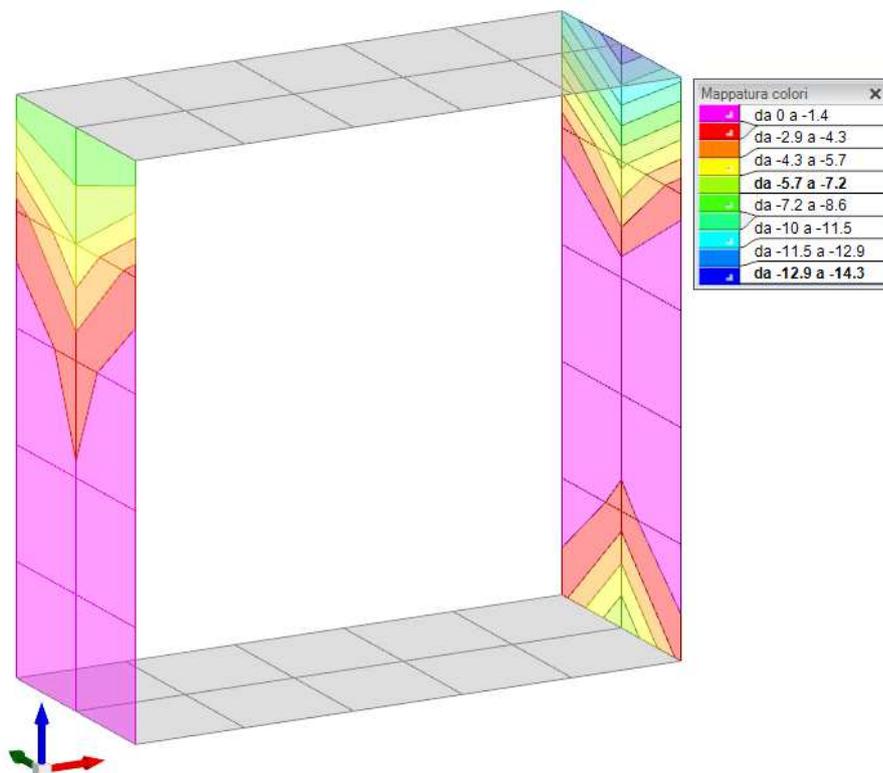


Figura 18 - Involuppo momento flettente M_{oo} – valori minimi (Involuppi SLU-SLV)

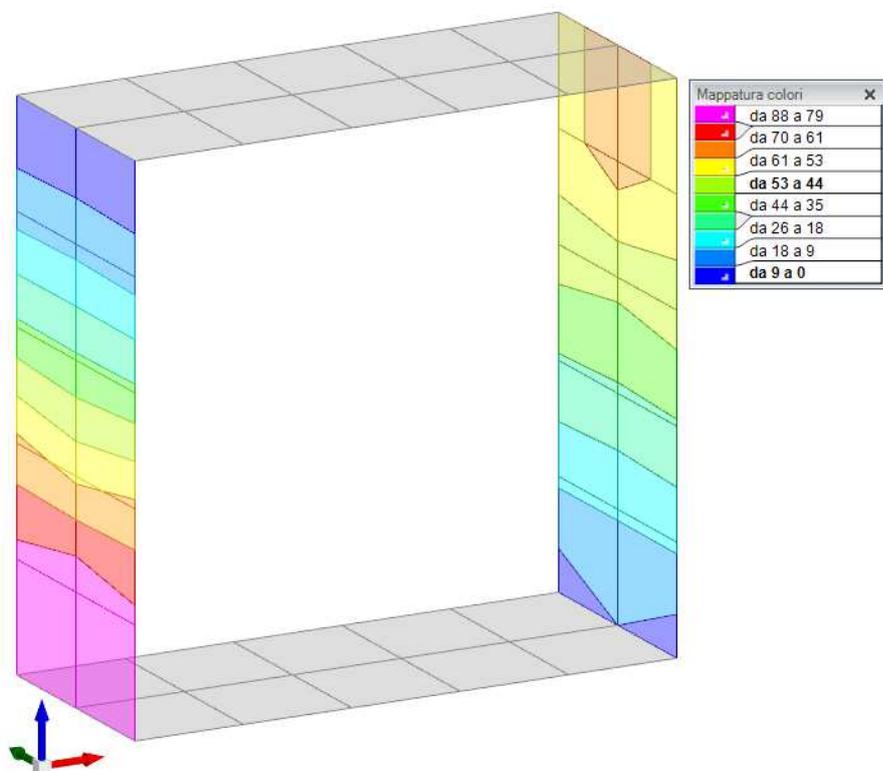


Figura 19 - Involuppo sforzo di taglio V_z – valori massimi (Involuppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

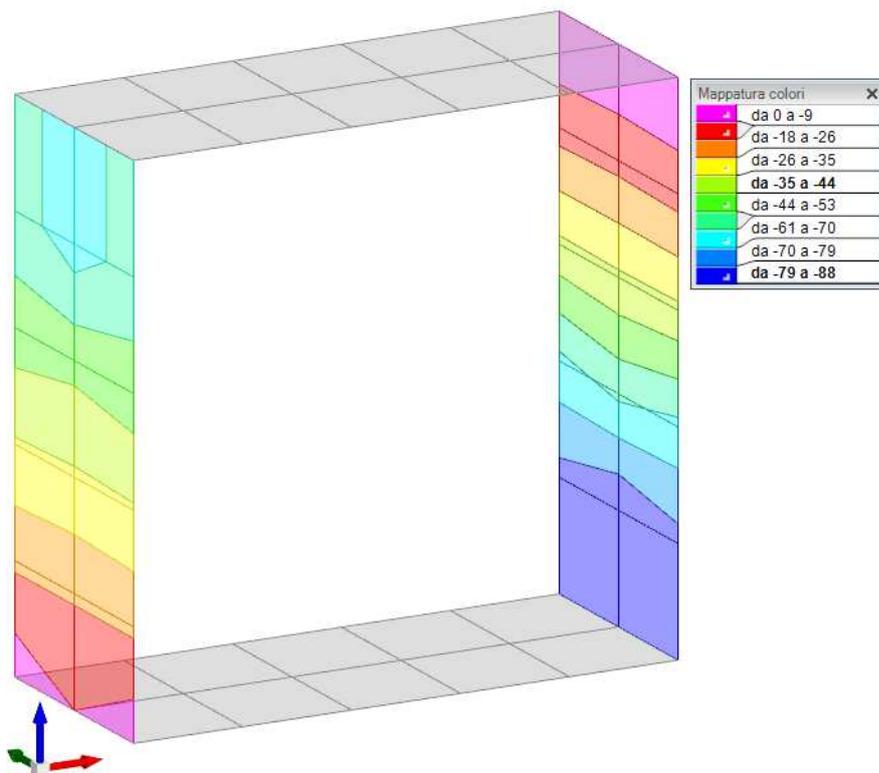


Figura 20 - Inviluppo sforzo di taglio Vz – valori minimi (Inviluppi SLU/SLV)

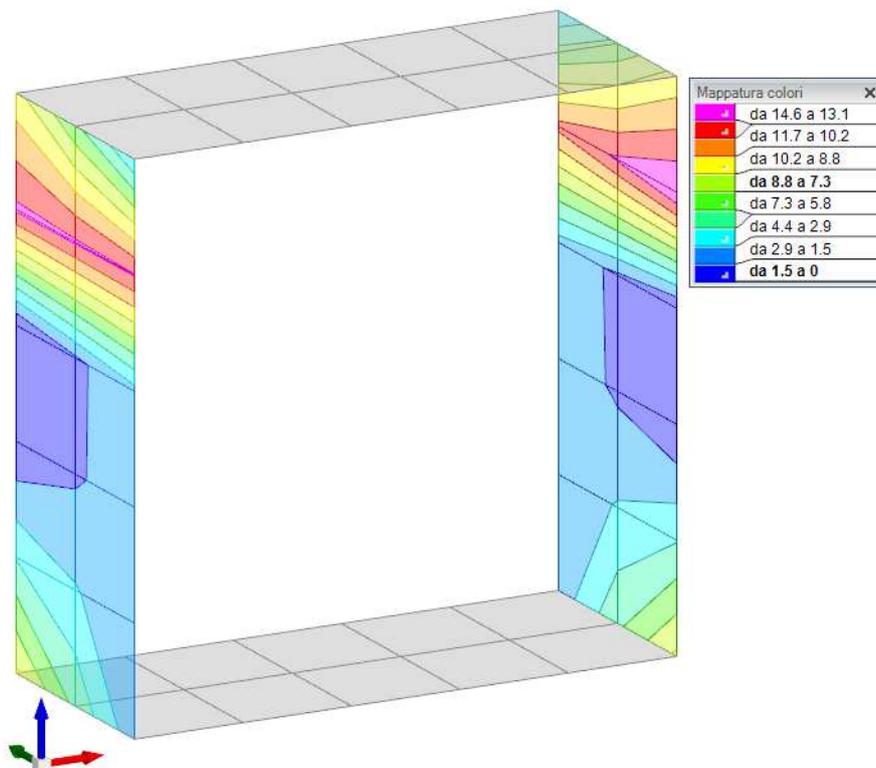


Figura 21 - Inviluppo sforzo di taglio VO – valori massimi (Inviluppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

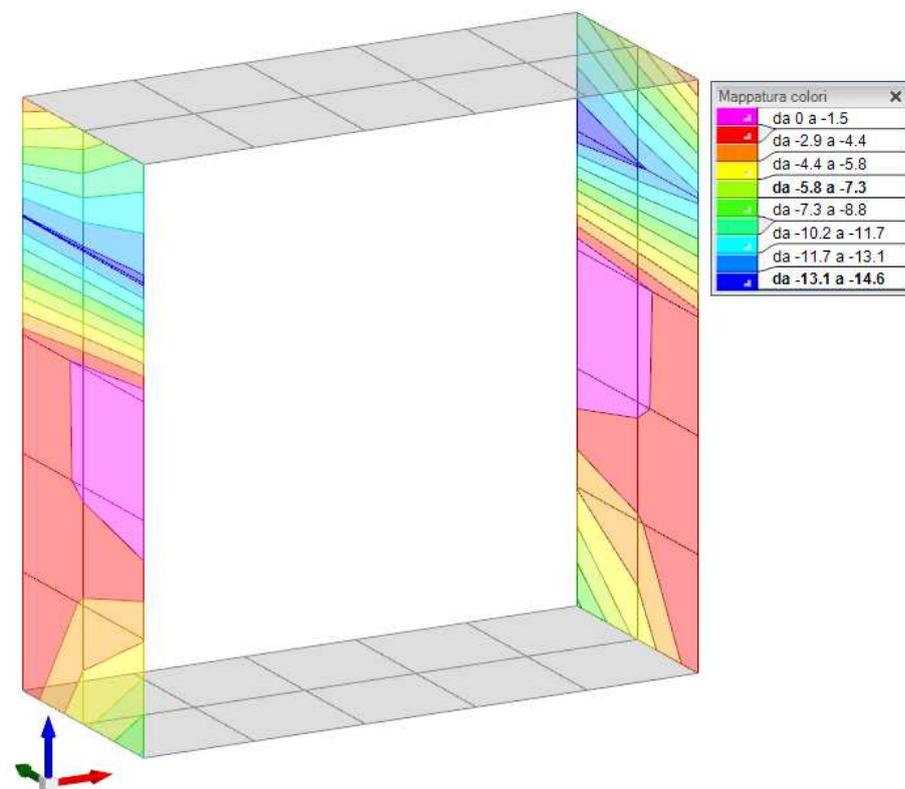


Figura 22 - Inviluppo sforzo di taglio VO – valori minimi (Inviluppi SLU/SLV)

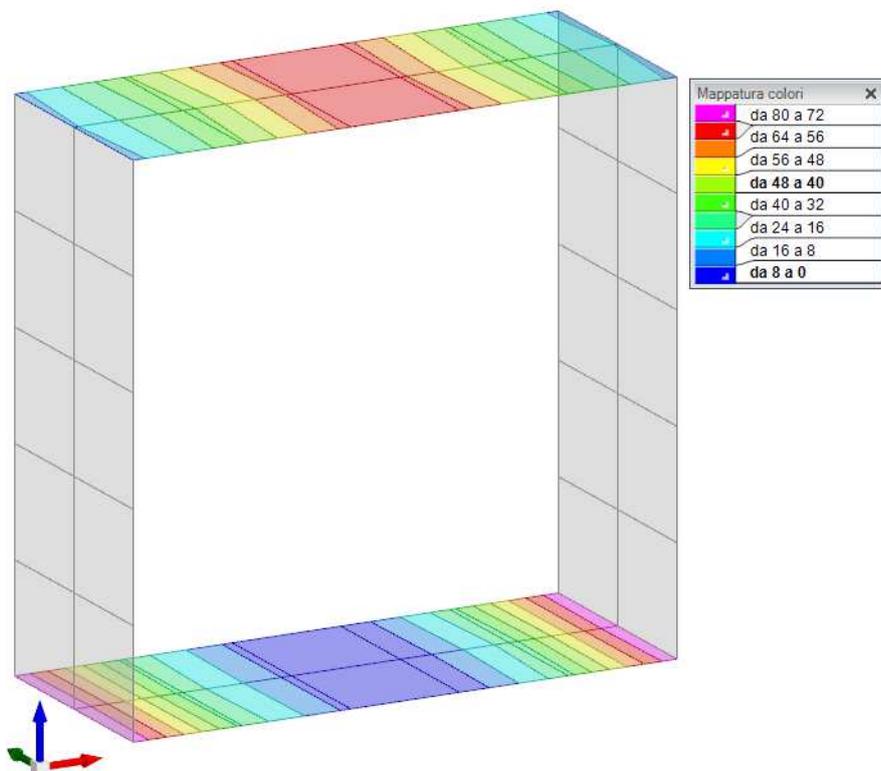


Figura 23 - Inviluppo momento flettente Mxx – valori massimi (Inviluppi SLU-SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

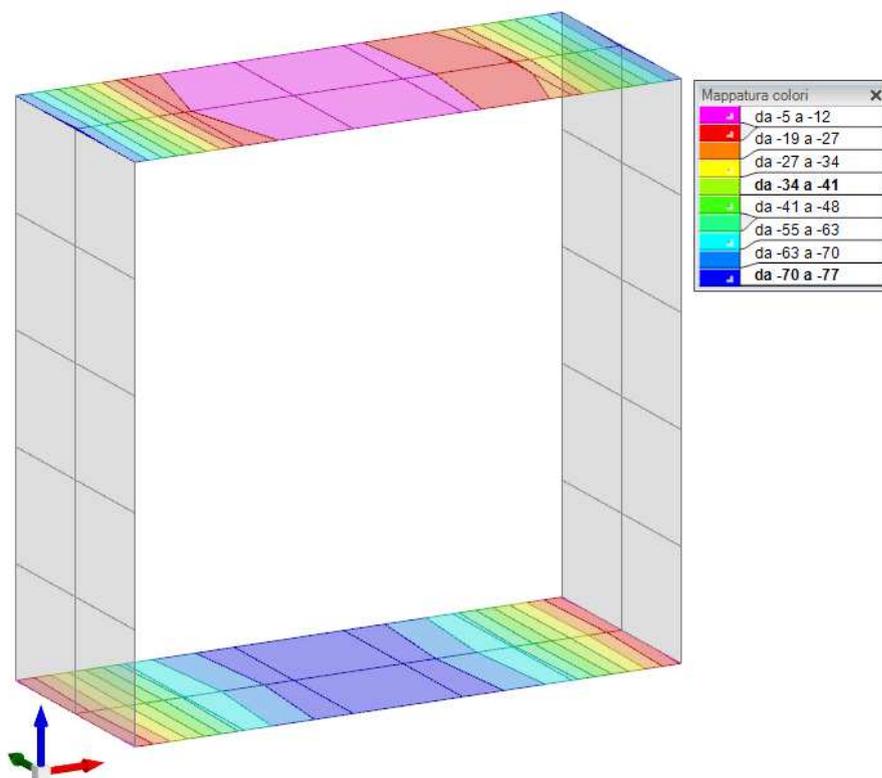


Figura 24 - Involuppo momento flettente M_{xx} – valori minimi (Involuppi SLU-SLV)

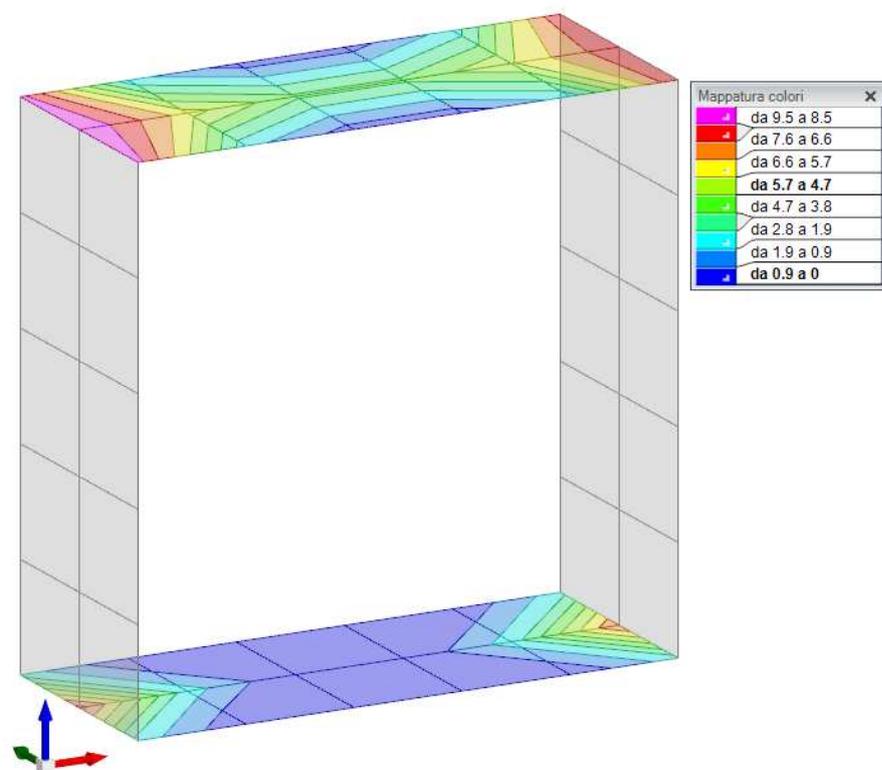


Figura 25 - Involuppo momento flettente M_{yy} – valori massimi (Involuppi SLU-SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

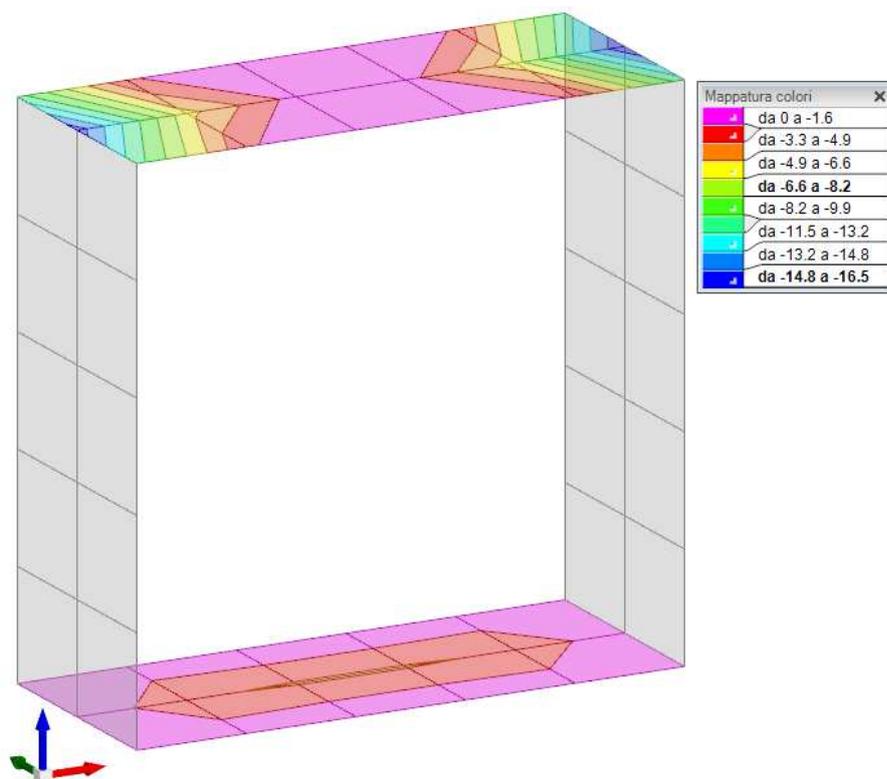


Figura 26 - Involuppo momento flettente M_{yy} – valori minimi (Involuppi SLU-SLV)

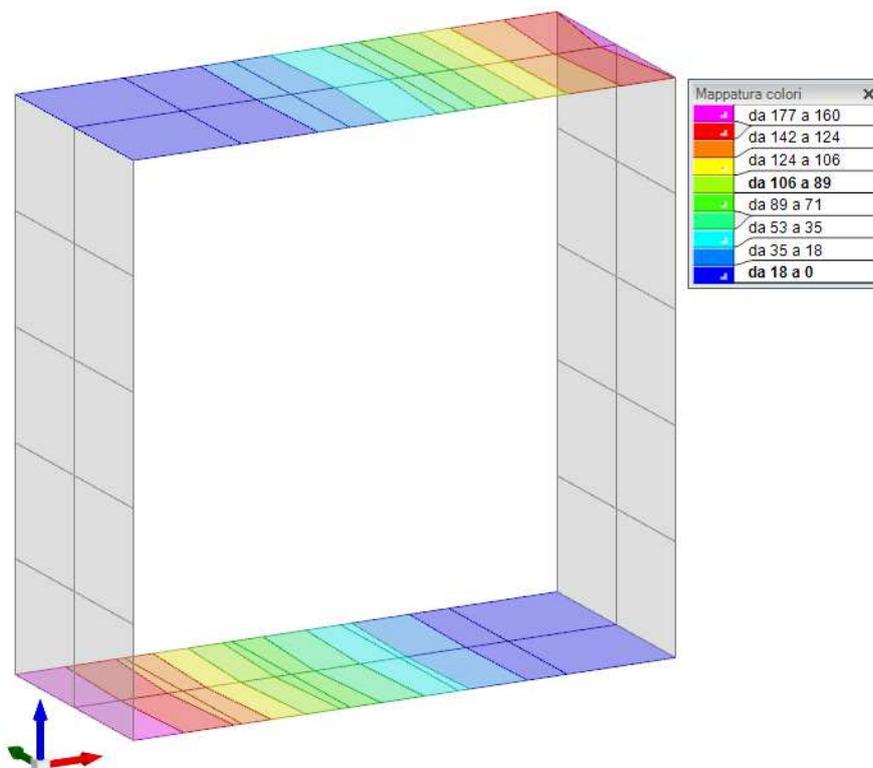


Figura 27 - Involuppo sforzo di taglio V_x – valori massimi (Involuppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

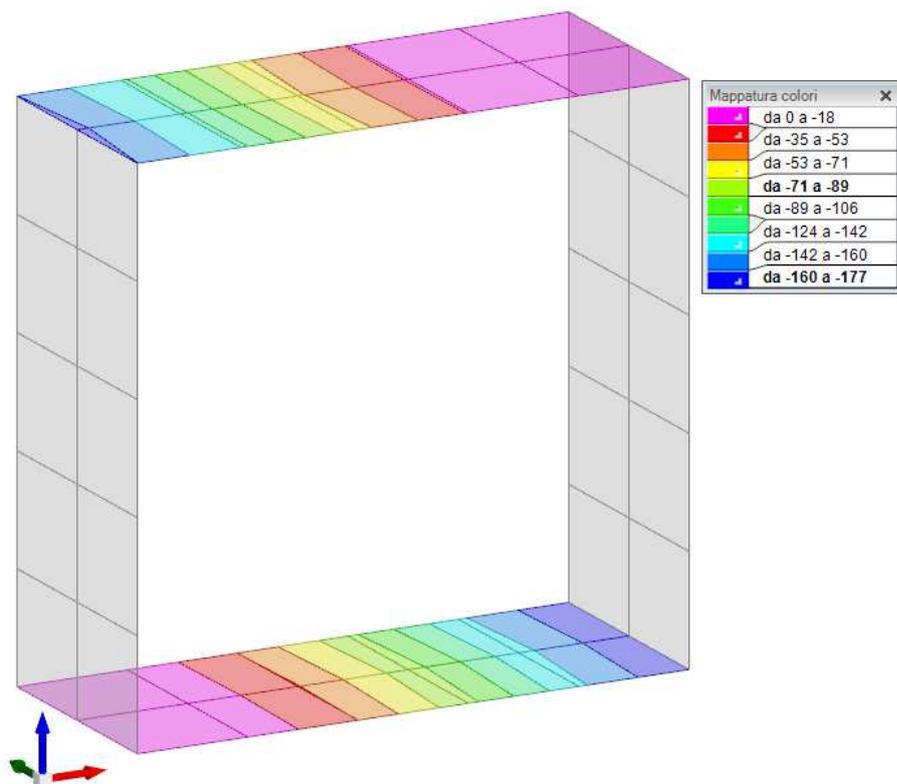


Figura 28 - Inviluppo sforzo di taglio V_x – valori minimi (Inviluppi SLU/SLV)

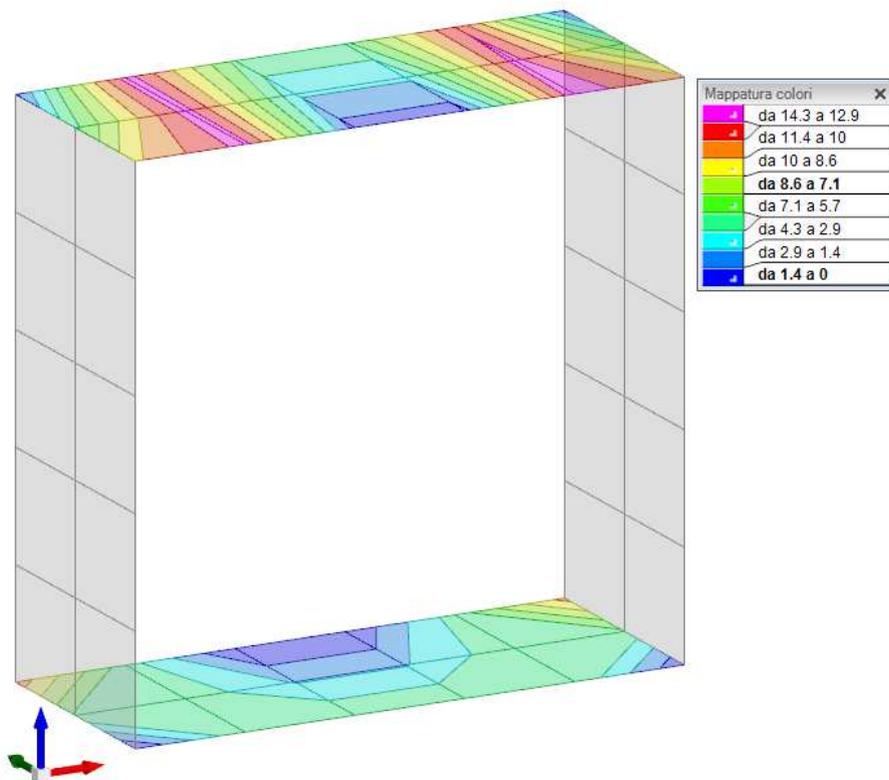


Figura 29 - Inviluppo sforzo di taglio V_y – valori massimi (Inviluppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

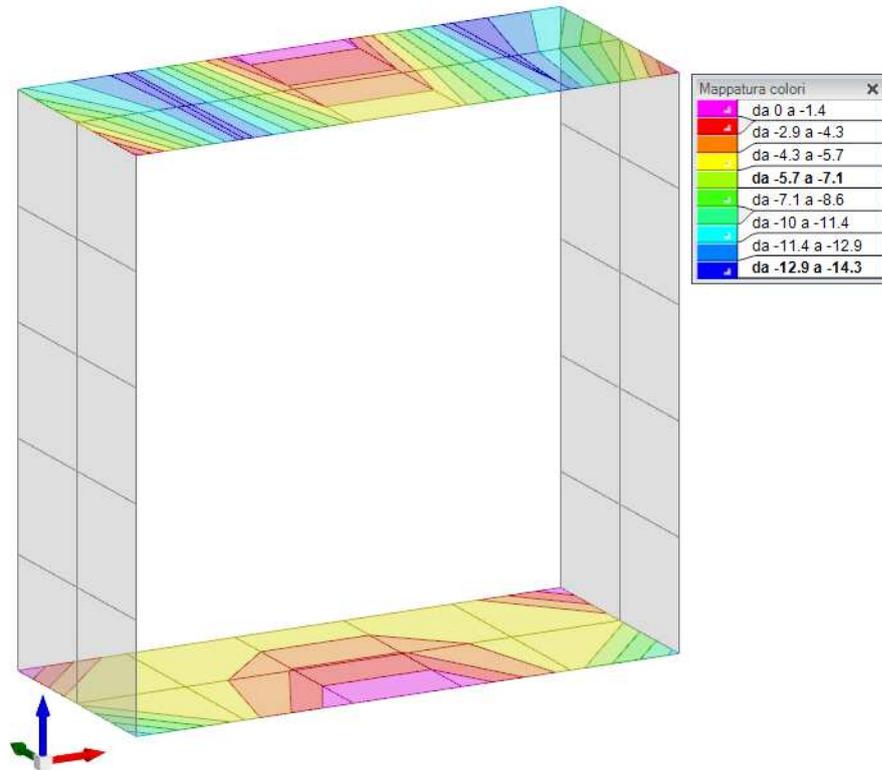


Figura 30 - Involuppo sforzo di taglio V_y – valori minimi (Involuppi SLU/SLV)

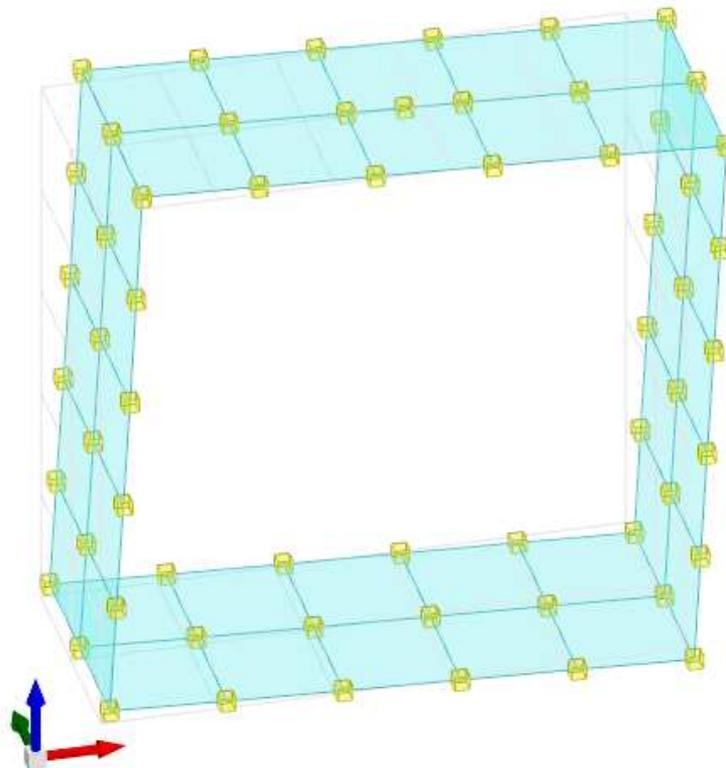


Figura 31 – Spostamenti condizione sisma X sx

9.2 Muri d'ala

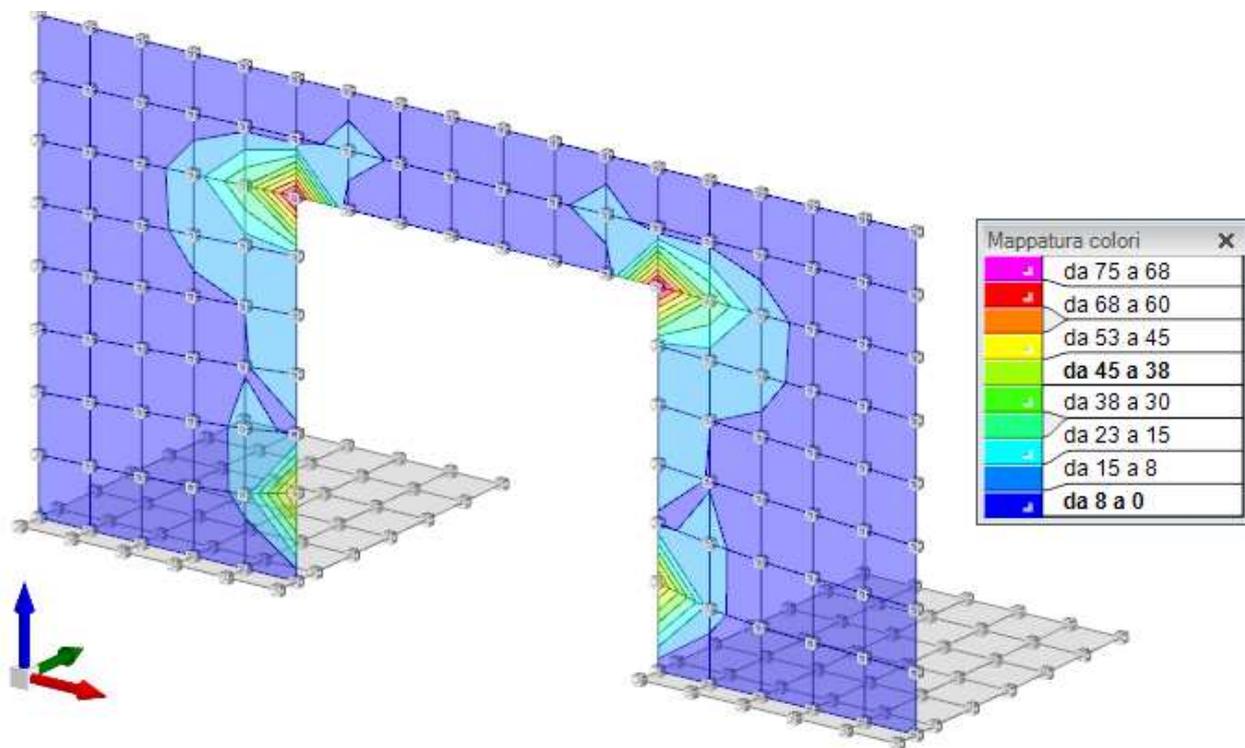


Figura 32 - Inviluppo momento flettente M_{zz} – valori massimi (Inviluppi SLU-SLV)

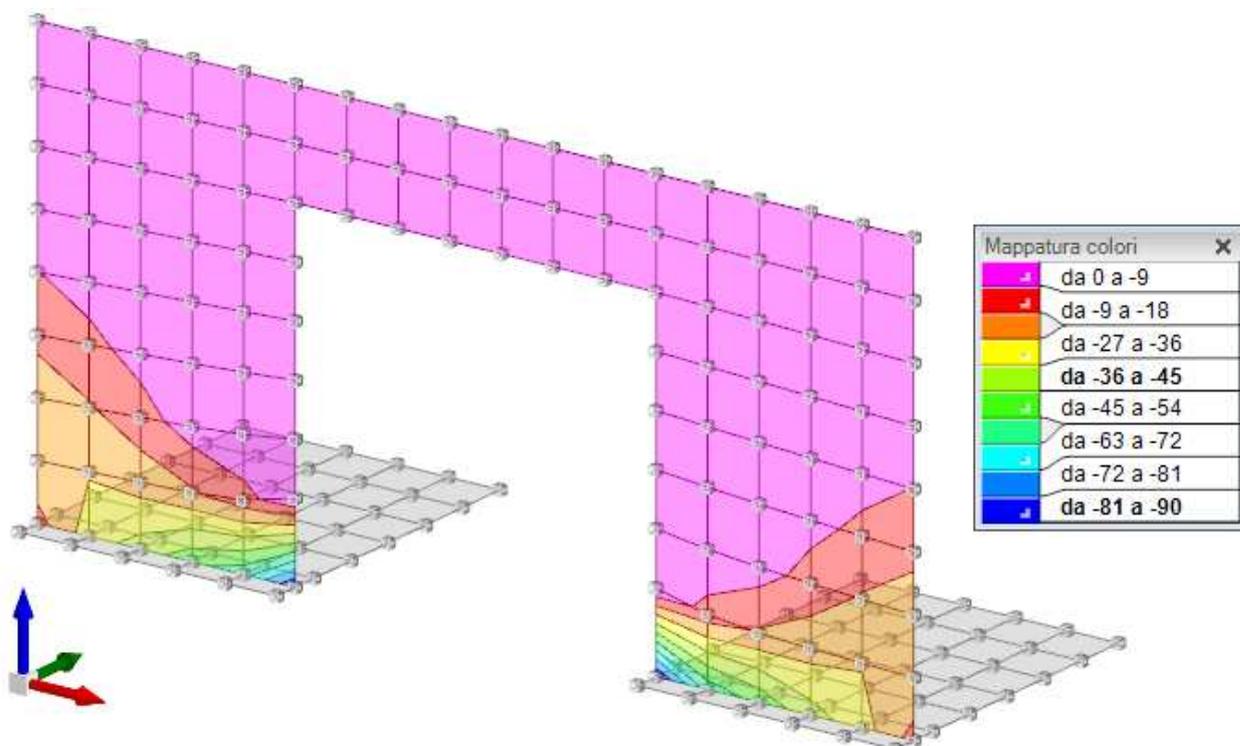


Figura 33 - Inviluppo momento flettente M_{zz} – valori minimi (Inviluppi SLU-SLV)

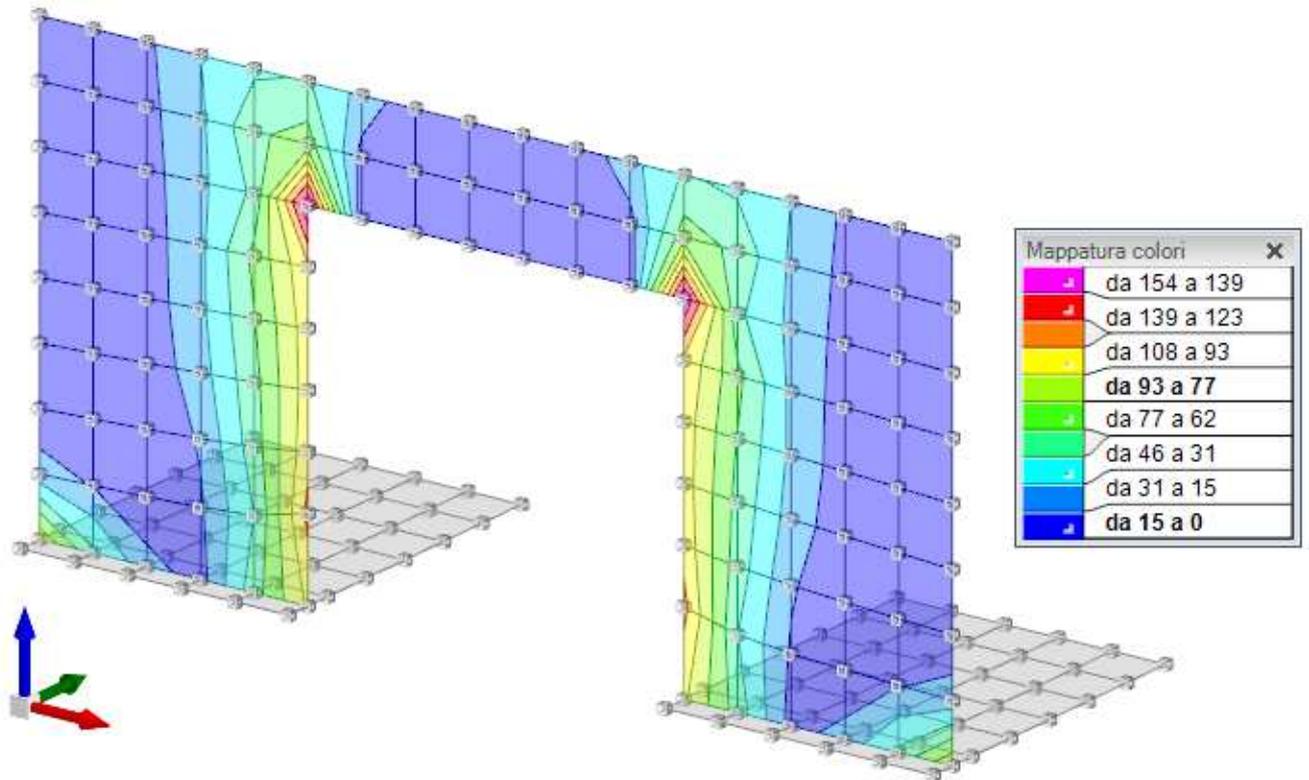


Figura 34 - Involuppo momento flettente M_{oo} – valori massimi (Involuppi SLU-SLV)

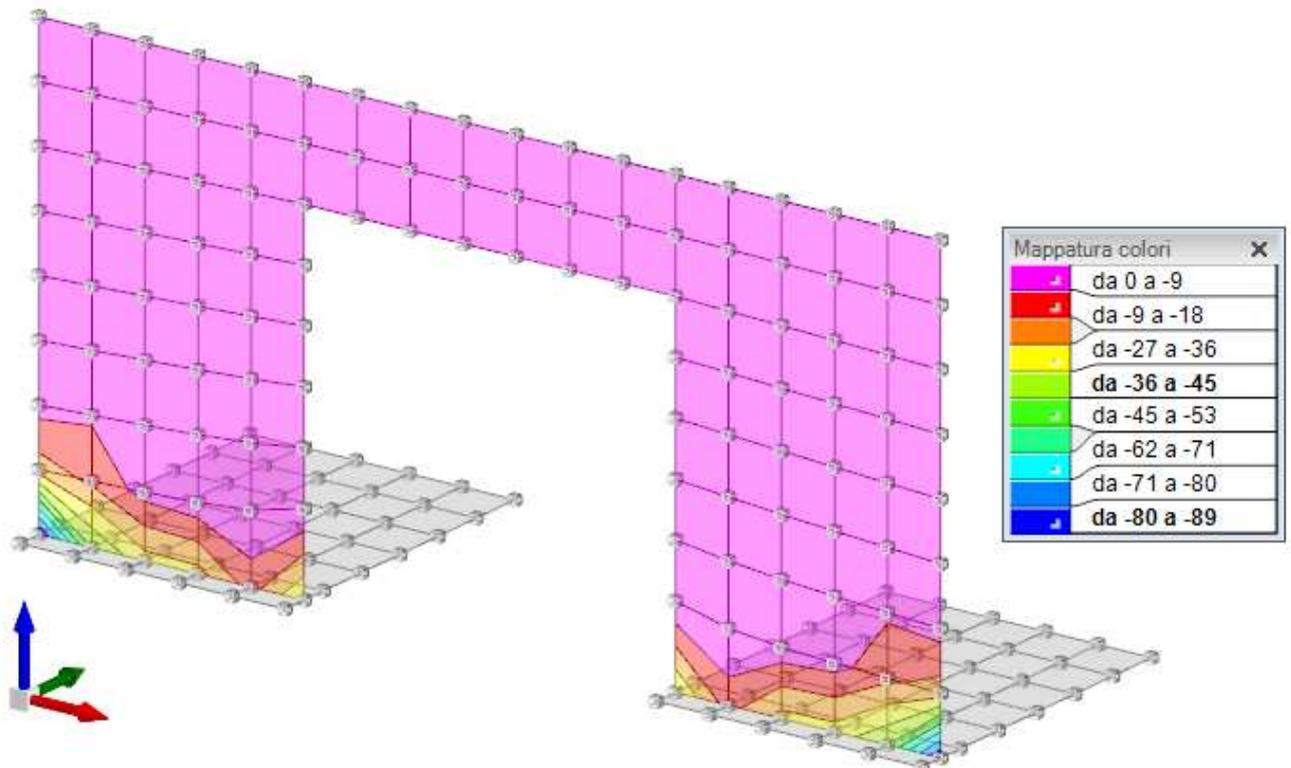


Figura 35 - Involuppo momento flettente M_{oo} – valori minimi (Involuppi SLU-SLV)

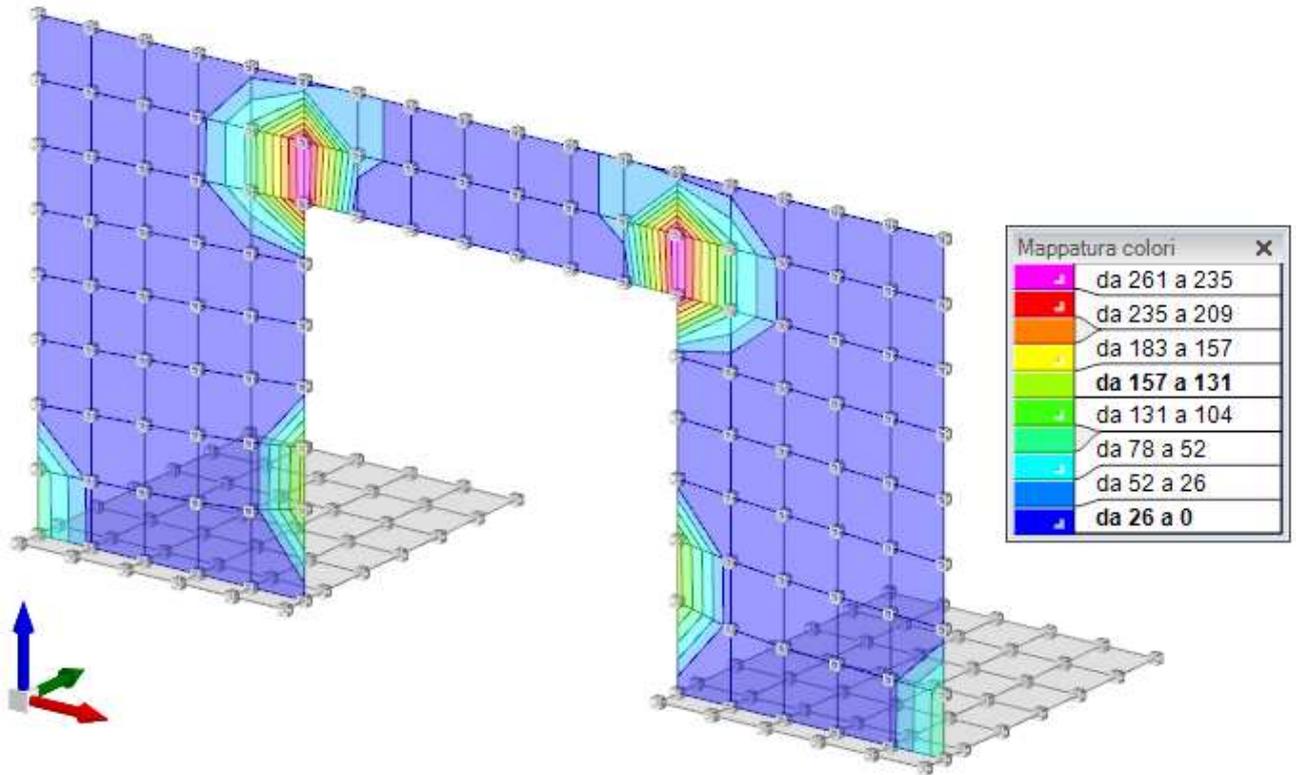


Figura 36 - Involuppo sforzo di taglio Vz – valori massimi (Involuppi SLU/SLV)

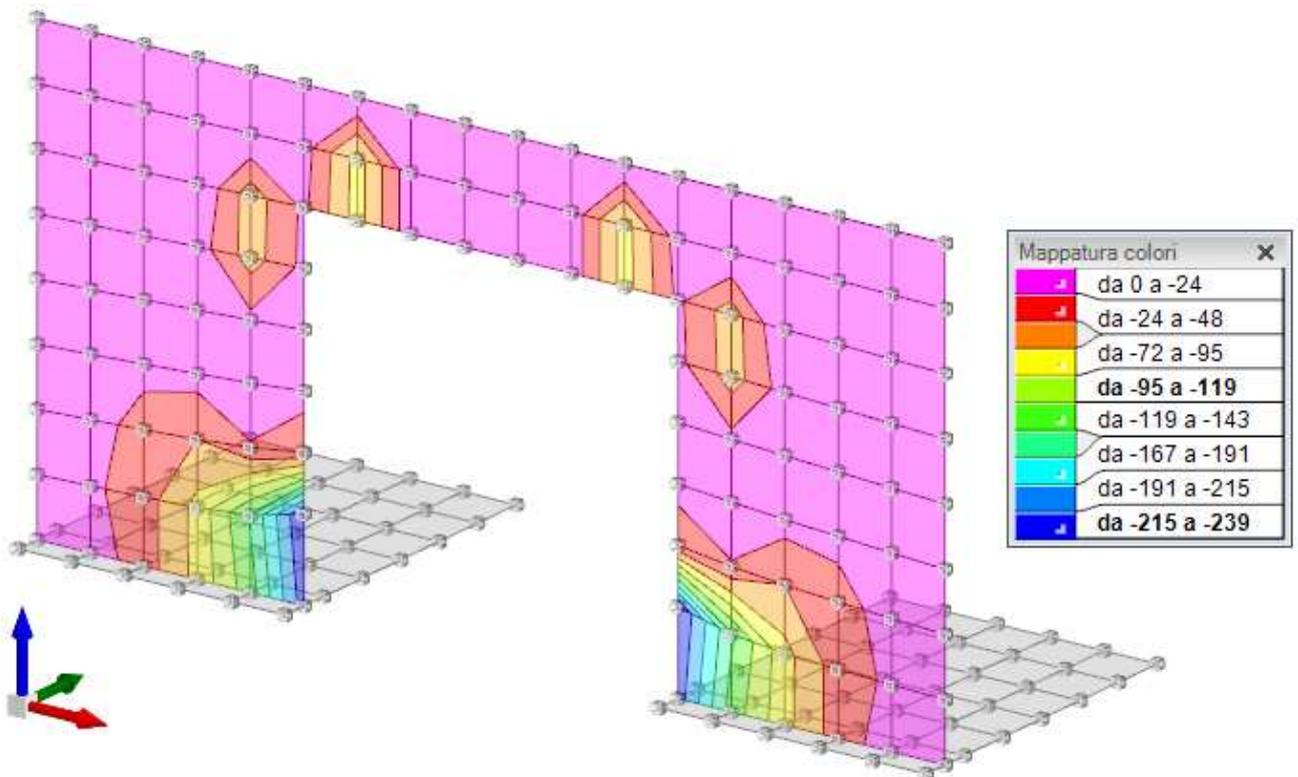


Figura 37 - Involuppo sforzo di taglio Vz – valori minimi (Involuppi SLU/SLV)

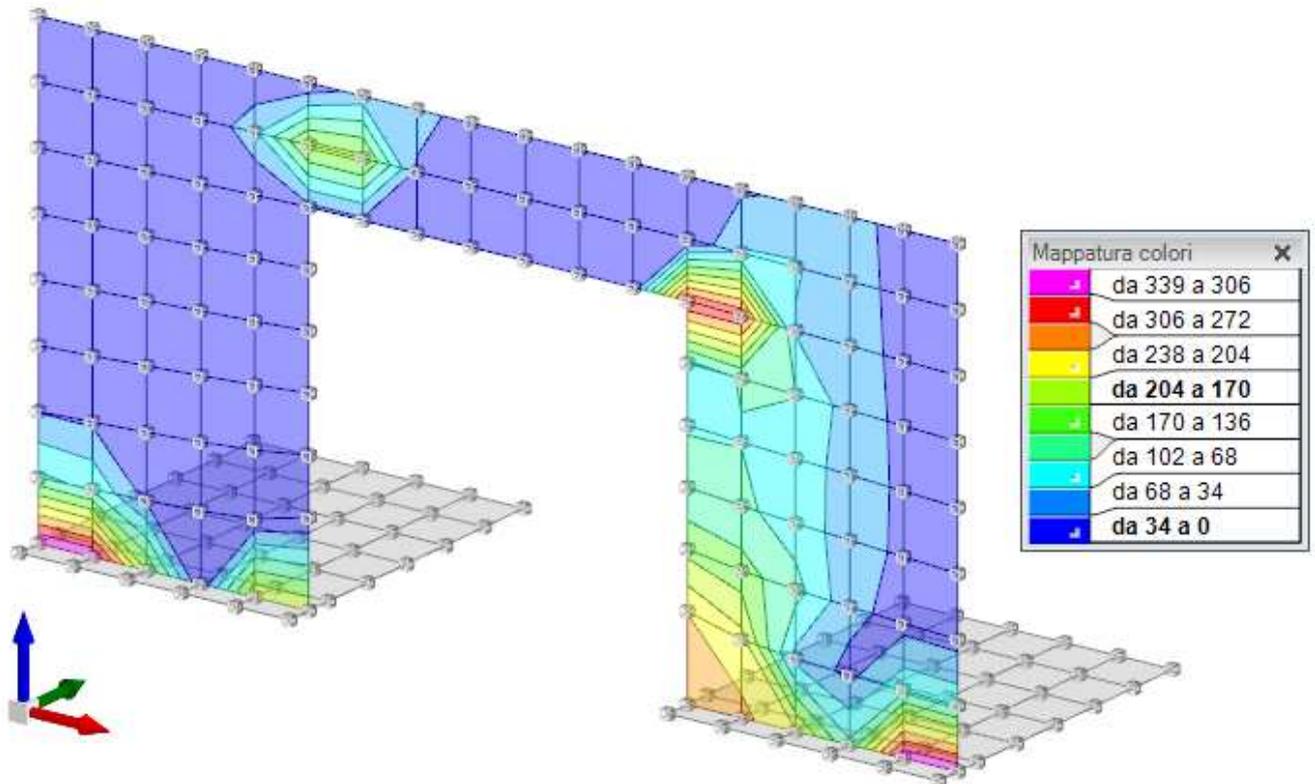


Figura 38 - Inviluppo sforzo di taglio VO – valori massimi (Inviluppi SLU/SLV)

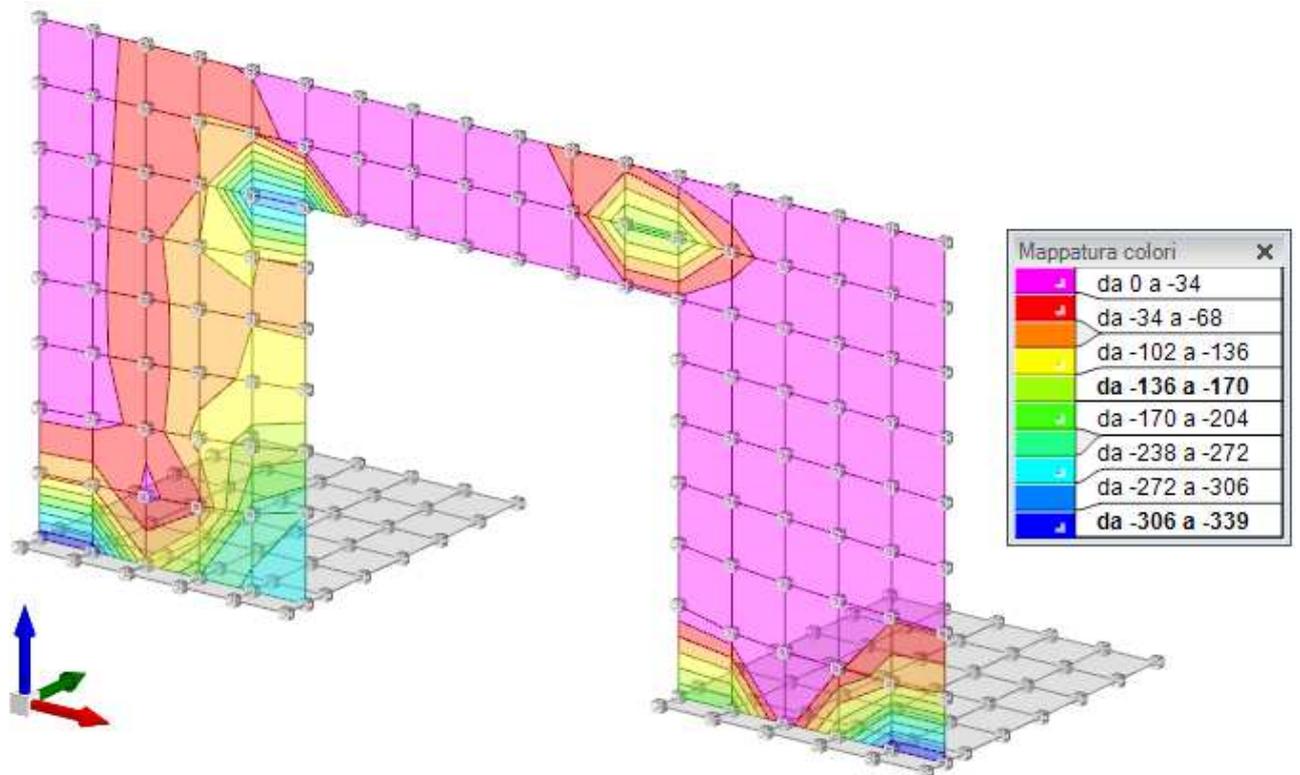


Figura 39 - Inviluppo sforzo di taglio VO – valori minimi (Inviluppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

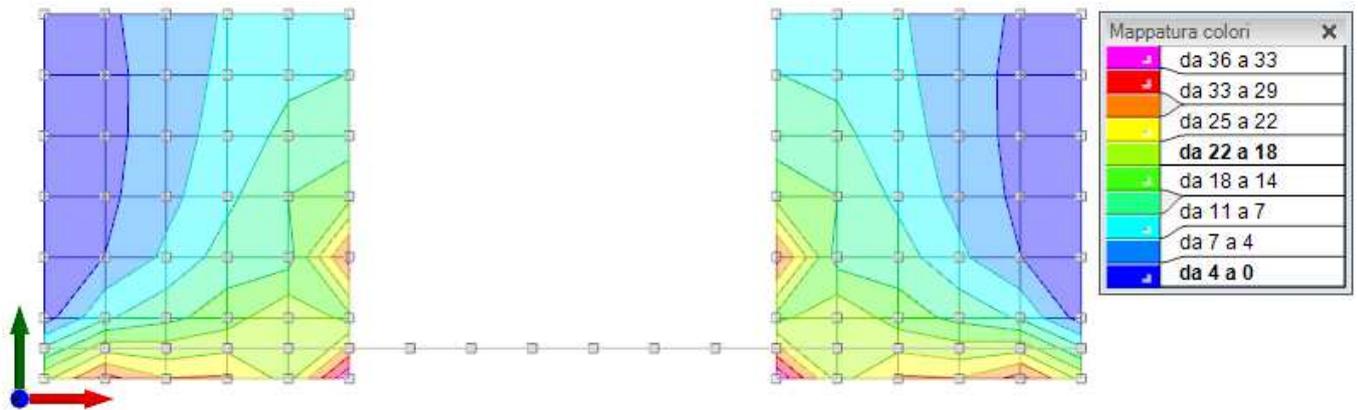


Figura 40 - Involuppo momento flettente M_{xx} - valori massimi (Involuppi SLU-SLV)

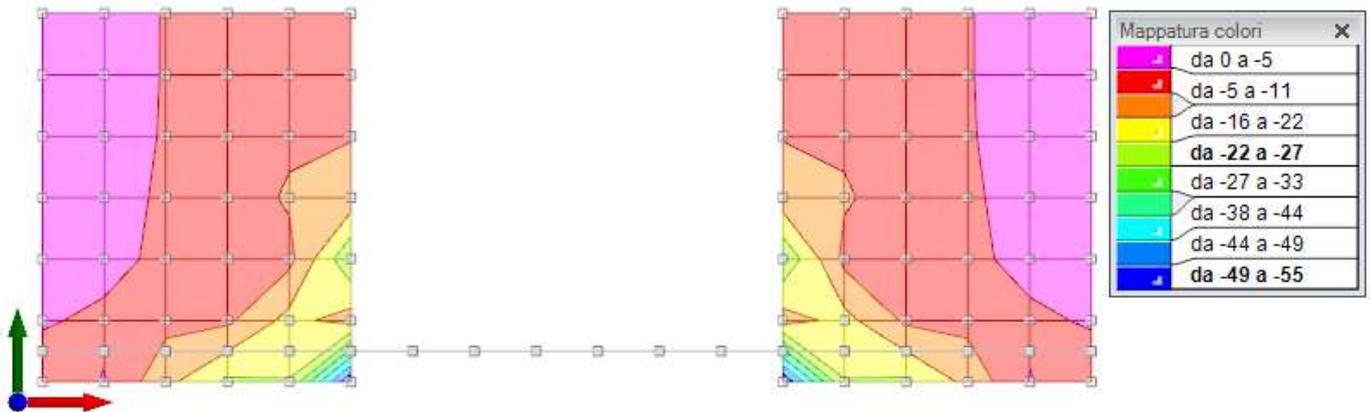


Figura 41 - Involuppo momento flettente M_{xx} - valori minimi (Involuppi SLU-SLV)

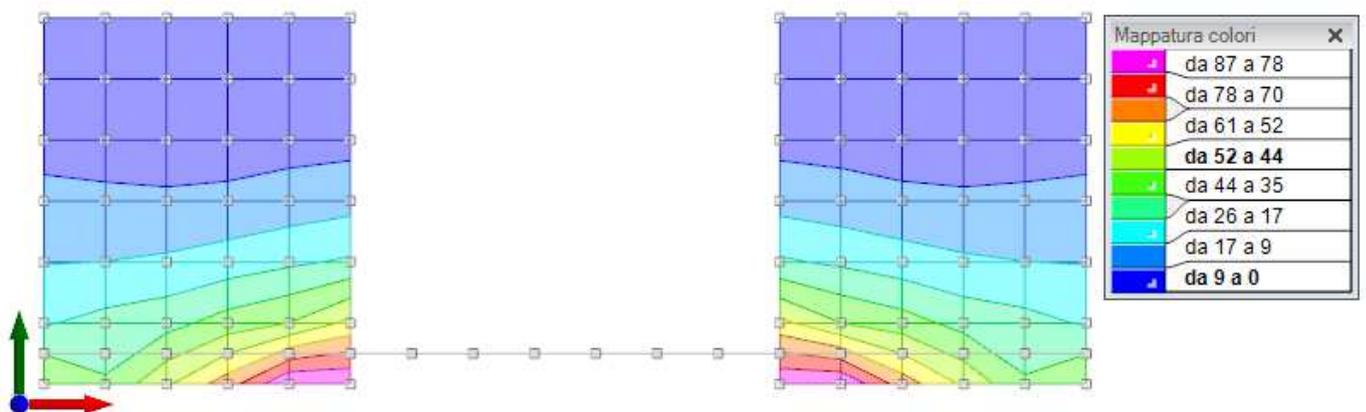


Figura 42 - Involuppo momento flettente M_{yy} - valori massimi (Involuppi SLU-SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

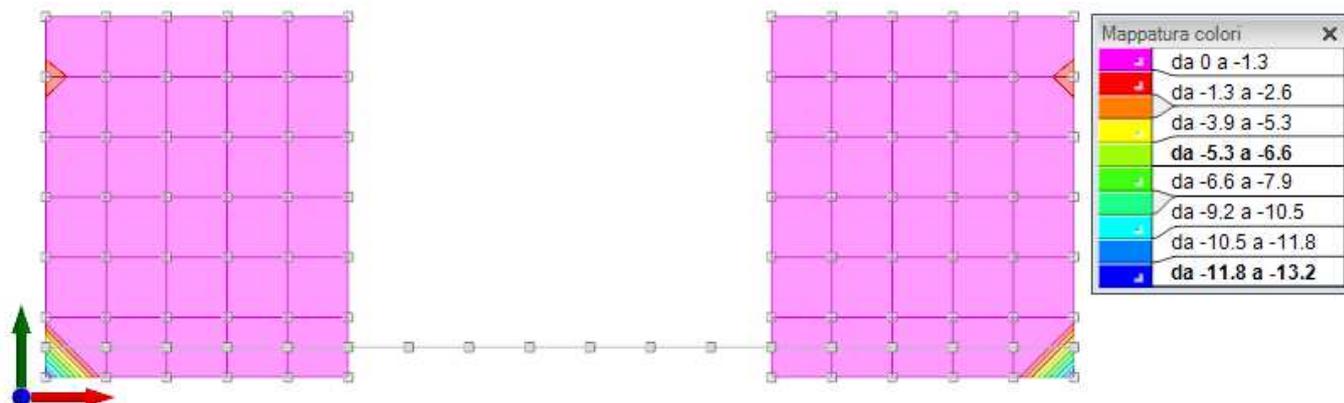


Figura 43 - Inviluppo momento flettente M_{yy} – valori minimi (Inviluppi SLU-SLV)

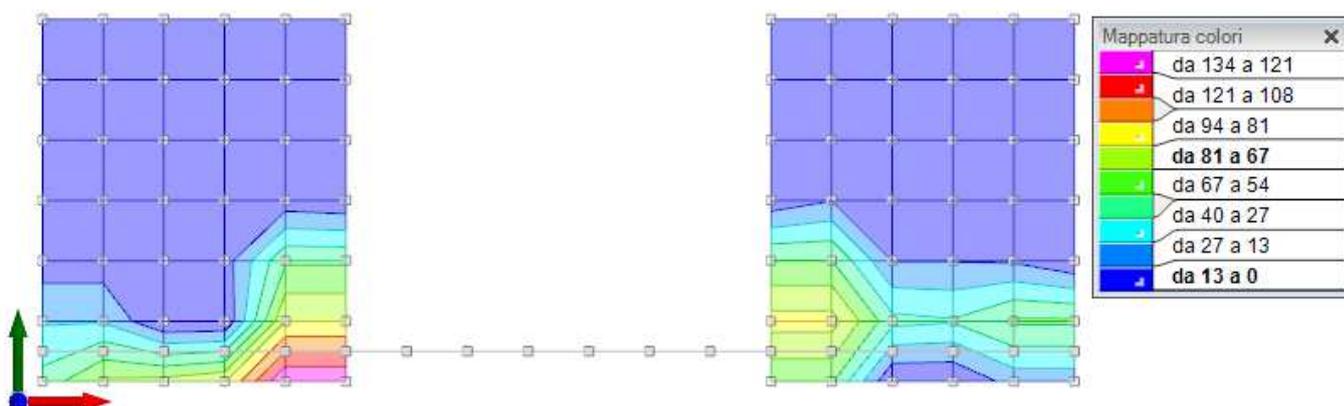


Figura 44 - Inviluppo sforzo di taglio V_x – valori massimi (Inviluppi SLU/SLV)

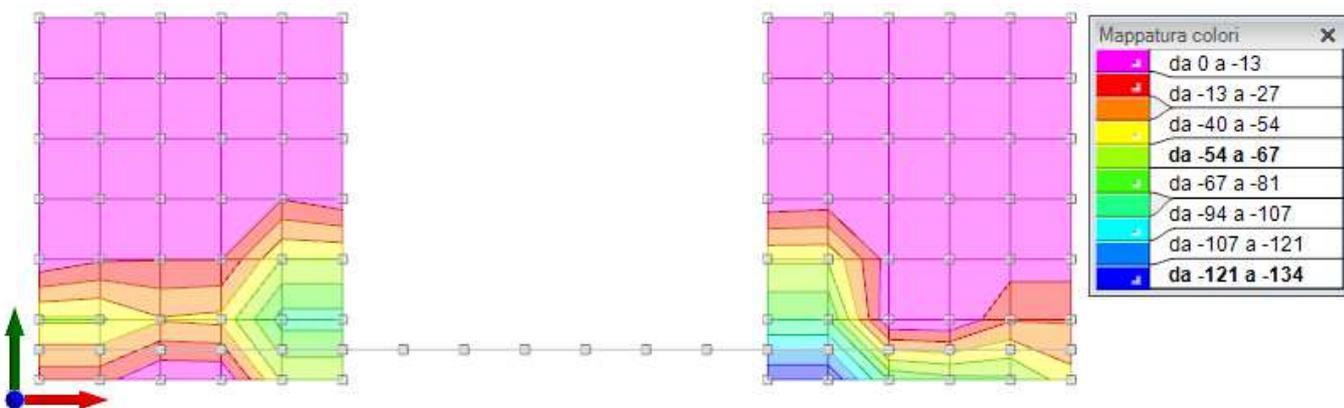


Figura 45 - Inviluppo sforzo di taglio V_x – valori minimi (Inviluppi SLU/SLV)

RELAZIONE DI CALCOLO

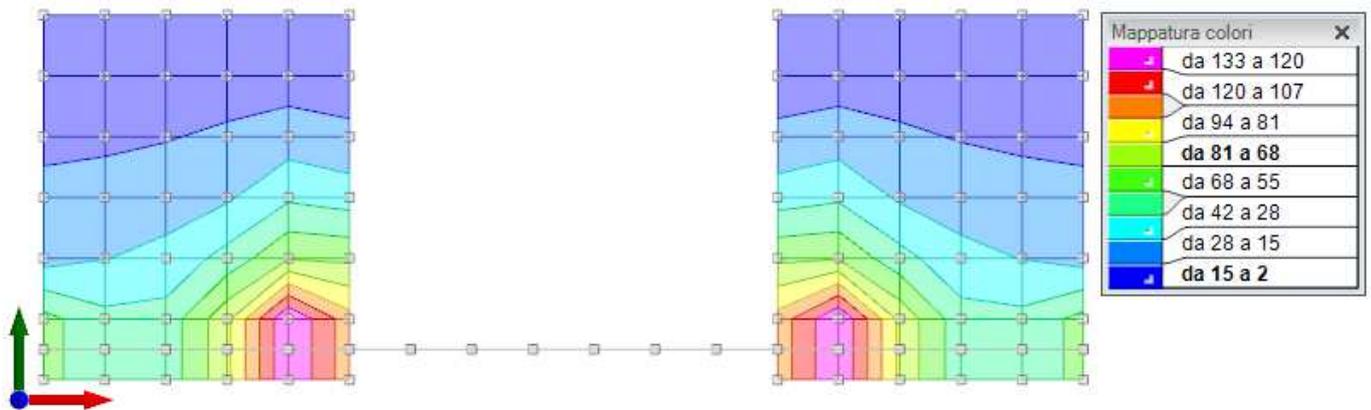


Figura 46 - Involuppo sforzo di taglio V_y – valori massimi (Involuppi SLU/SLV)

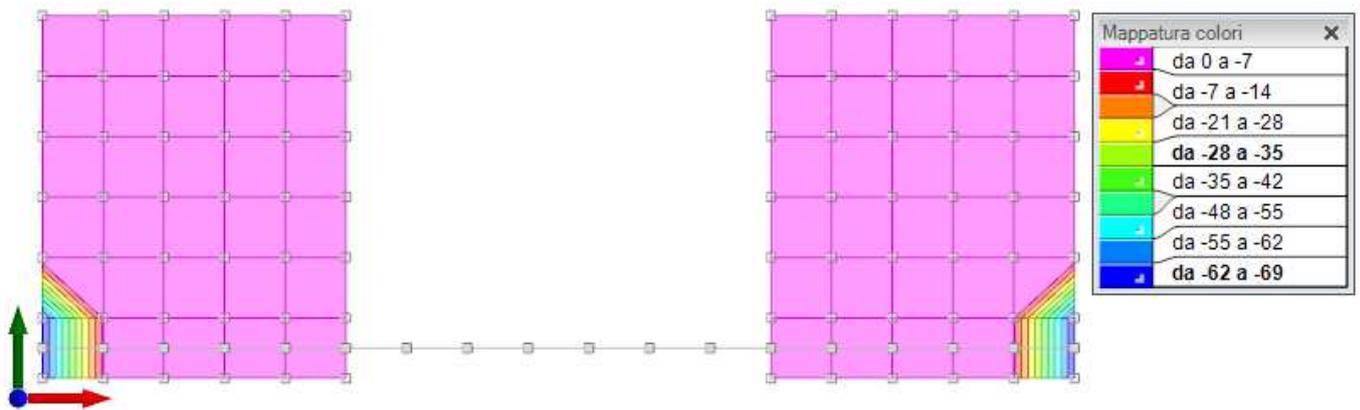


Figura 47 - Involuppo sforzo di taglio V_y – valori minimi (Involuppi SLU/SLV)

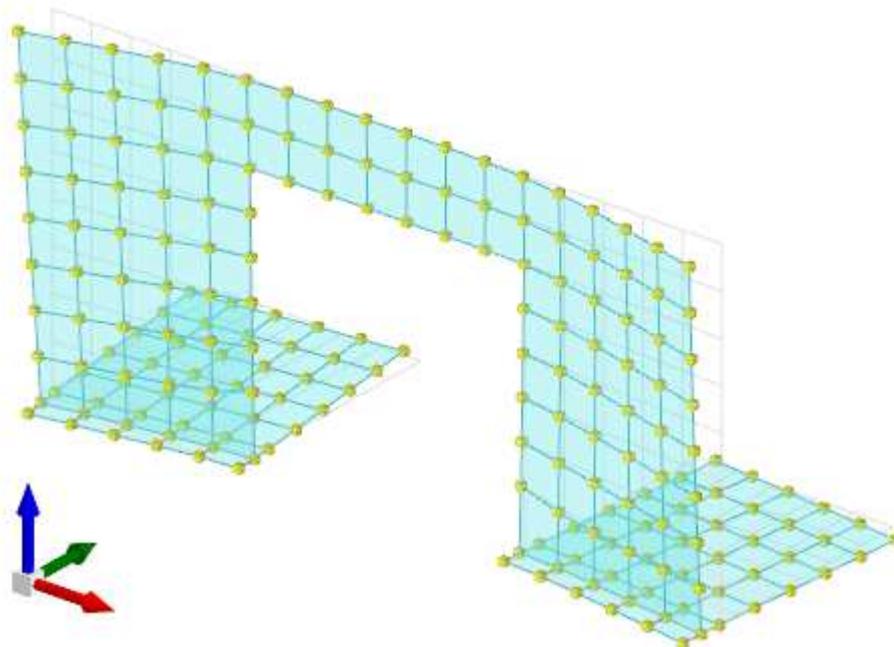


Figura 48 – Spostamenti condizione spinta sismica terreno

10 VERIFICHE SCATOLARE

10.1 Verifiche SLU

Si conducono verifiche a taglio e a pressoflessione.

Le sollecitazioni agenti considerate si riferiscono all'involuppo delle sollecitazioni SLU-SLV.

Nell'allegato si riportano gli andamenti delle caratteristiche di sollecitazione per ciascun elemento strutturale e per ciascuna combinazione di carico.

10.1.1 Soletta superiore

La soletta superiore dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLU a pressoflessione e taglio sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione più gravosa, le verifiche agli SLU nei nodi maggiormente sollecitati:

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.

σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σlim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]
εsm: deformazione unitaria media delle barre di armatura.
Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]
Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Caratteristiche dei materiali
Acciaio: B450C Fyk 450000
Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi
Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
62	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 6 sisma	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 2 sisma	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
57	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 2 sisma	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 6 sisma	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
50	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 2 sisma	-70.5835	0	-200.2894	0	2.8376	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 6 sisma	-70.5835	0	-200.2894	0	2.8376	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 112	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 104	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 104	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 112	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrzd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
58	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
61	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 106	-80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
51	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 114	161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
50	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 114	161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
57	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
55	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 106	-161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 106	-161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 106	-80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
45	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si

10.1.2 Piedritti

Le pareti del tombino risultano armate con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura di calcolo è prevista come segue:

- Ø20/20 verticali
- Ø16/20 orizzontali

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLU a pressoflessione e taglio sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione più gravosa, le verifiche agli SLU nei nodi maggiormente sollecitati:

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione: descrizione della sezione di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]

As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]

c,sup: copriferro medio superiore. [m]

c,inf: copriferro medio inferiore. [m]

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Comb.: combinazione di verifica.

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

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

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

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

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

d: altezza utile. [m]

bw: minima larghezza anima. [m]

Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.

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

VEd: taglio agente. [kN]

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

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

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

VRd: resistenza a taglio. [kN]

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

Asl: area armatura longitudinale. [m²]

Sezione fessurata: sezione fessurata.

σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]

σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione dell'armatura. [kN/m²]

σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]

Fessurazione non valutabile: nessuna armatura presente nell'area di cls teso efficace.

εsm: deformazione unitaria media delle barre d'armatura.

Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: ampiezza delle fessure. [m]

Wlim: ampiezza fessure limite. [m]

Parete dx

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
41 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
25 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
23 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
21 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
43 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
41 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
39 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
33 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
35 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
37 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
27 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
41 Prosp.A	Verticale	SLU 31	4.6796	90.98	32.0256	622.63	6.8436	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-19.4534	-42.77	-178.0607	-391.44	9.1532	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-38.9068	-85.53	-359.4482	-790.19	9.2387	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-19.4534	-42.77	-181.3932	-398.76	9.3245	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-20.2704	-65.16	-209.044	-672.03	10.3128	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-40.5408	-130.33	-422.8272	-1359.29	10.4297	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-20.2704	-65.16	-214.1353	-688.39	10.5639	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	6.7362	-5.21	145.9143	-112.9	21.6613	Si
35 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	13.4724	-10.42	294.5532	-227.91	21.8635	Si
37 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	6.7362	-5.21	148.6388	-115.01	22.0657	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
21 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 1 sisma	42.4	-43.8	-19.4534	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	0.32	1	Non necessari	0	SLU 1 sisma	84.9	-87.6	-38.9068	196.31	950.53	0	196.31	2.5	0.001885	2.3111	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 1 sisma	42.4	-43.8	-19.4534	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
27 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 1 sisma	30.8	-43.3	-4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
29 Prosp.A	Orizzontale	0.32	1	Non necessari	0	SLU 1 sisma	61.6	-86.7	-8.3706	196.2	950.42	0	196.2	2.5	0.001885	3.184	Si
31 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 1 sisma	30.8	-43.3	-4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 25	30.0	-42.7	-1.6282	98.03	475.14	0	98.03	2.5	0.0009425	3.2665	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	0.32	1	Non necessari	0	SLU 25	60.0	-85.5	-3.2565	196.05	950.27	0	196.05	2.5	0.001885	3.2665	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 25	30.0	-42.7	-1.6282	98.03	475.14	0	98.03	2.5	0.0009425	3.2665	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	0.32	0.5	Non necessari	0	SLU 6 sisma	23.8	-74.9	-8.423	101.91	479.16	0	101.91	2.5	0.0009425	4.2782	Si

Parete sx

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
40 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
20 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
22 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
24 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
36 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
34 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
32 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
38 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
40 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
42 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
30 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
40 Prosp.A	Verticale	SLU 72	-5.3102	92.2	-34.9622	607.03	6.5839	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	19.4534	-42.77	178.0607	-391.44	9.1532	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	38.9068	-85.53	359.4482	-790.19	9.2387	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	19.4534	-42.77	181.3932	-398.76	9.3245	Si
36 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-13.1763	1.98	-128.8743	19.37	9.7808	Si
34 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-26.3526	3.96	-260.1422	39.1	9.8716	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-13.1763	1.98	-131.2788	19.73	9.9633	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	20.2704	-65.16	209.044	-672.03	10.3128	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	40.5408	-130.33	422.8272	-1359.29	10.4297	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	20.2704	-65.16	214.1353	-688.39	10.5639	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrzd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
20 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.05	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-42.47	-43.84	19.4534	98.157	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-84.94	-87.68	38.9068	196.31	950.53	0	196.31	2.5	0.001885	2.3111	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.05	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-42.47	-43.84	19.4534	98.157	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
26 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.05	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-30.81	-43.38	4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
28 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-61.62	-86.76	8.3706	196.2	950.42	0	196.2	2.5	0.001885	3.184	Si
30 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.05	Non necessari	0	SLU 5 sisma	-30.81	-43.38	4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.05	Non necessari	0	SLU 1 sisma	30.89	-71.51	19.5141	101.49	478.72	0	101.49	2.5	0.0009425	3.2852	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
40 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessari	0	SLU 1 sisma	61.79	-143.02	39.0282	202.99	957.44	0	202.99	2.5	0.001885	3.2852	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessari	0	SLU 1 sisma	30.89	-71.51	19.5141	101.49	478.72	0	101.49	2.5	0.0009425	3.2852	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessari	0	SLU 2 sisma	23.82	-74.99	8.423	101.91	479.16	0	101.91	2.5	0.0009425	4.2782	Si

10.1.3 Soletta inferiore

La soletta di fondazione dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLU a pressoflessione e taglio sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione più gravosa, le verifiche agli SLU nei nodi maggiormente sollecitati:

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]

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura.

Δ_{max} : distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

RELAZIONE DI CALCOLO

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 5 sisma	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 5 sisma	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
19	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 1 sisma	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
7	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 1 sisma	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 5 sisma	80.0528	0	200.2894	0	2.502	Si
13	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 1 sisma	80.0528	0	200.2894	0	2.502	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 100	-38.4167	0	-99.7333	0	2.5961	Si
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 100	-38.4167	0	-99.7333	0	2.5961	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 100	-76.8335	0	-	0	2.6068	Si
											200.2894			
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 114	-38.2192	0	-99.7333	0	2.6095	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsc	Vrscd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
18	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 112	88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
3	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
12	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 112	177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
9	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 104	-	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
											177.02									
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 104	-	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
											177.02									
6	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 112	88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
15	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
13	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 112	177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si

10.2 Verifiche SLE

Ai fini della verifica, si riportano, per le sezioni indicate, i valori delle tensioni di esercizio relative alle seguenti combinazioni:

- Combinazione rara;
- Combinazione quasi permanente;

Ed i valori delle aperture delle fessure corrispondenti alle seguenti combinazioni:

- Combinazione frequente;
- Combinazione quasi permanente.

Sono condotte verifiche a fessurazione e limitazione delle tensioni.

10.2.1 Soletta superiore

La soletta superiore dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLE sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione, i valori delle tensioni di esercizio e delle aperture delle fessure per le sezioni indicate:

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 : 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]

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura.

Δ_{max} : distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	-1639	19920	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	51.2605	0	-1639	19920	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	-1639	19920	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 1	37.7218	0	-1206	14940	15	Si
54	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 1	37.7218	0	-1206	14940	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	-1568	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
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	17204	360000	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	51.2605	0	17204	360000	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	17204	360000	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	16466	360000	15	Si
54	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	49.0609	0	16466	360000	15	Si
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	16466	360000	15	Si
62	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 10	-23.9499	0	16076	360000	15	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 10	-47.8998	0	16076	360000	15	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 10	-23.9499	0	16076	360000	15	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-20.2404	0	13586	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

10.2.2 Piedritti

Le pareti del tombino risultano armate con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura di calcolo è prevista come segue:

- Ø20/20 verticali
- Ø16/20 orizzontali

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLE sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione, i valori delle tensioni di esercizio e delle aperture delle fessure per le sezioni indicate:

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione: descrizione della sezione di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]

As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]

c,sup: copriferro medio superiore. [m]

c,inf: copriferro medio inferiore. [m]

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Comb.: combinazione di verifica.

MEd: momento agente. [kN*m]
NEd: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]
MRd: momento resistente. [kN*m]
NRd: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]
c.s.: coefficiente di sicurezza.
Verifica: stato di verifica.
d: altezza utile. [m]
bw: minima larghezza anima. [m]
Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.
Asw/s: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.
VEd: taglio agente. [kN]
Vrd,c: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]
Vrzd: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]
Vrzd: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]
VRd: resistenza a taglio. [kN]
cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.
Asl: area armatura longitudinale. [m²]
Sezione fessurata: sezione fessurata.
σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]
σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogeneizzazione.
σf: tensione dell'armatura. [kN/m²]
σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]
Fessurazione non valutabile: nessuna armatura presente nell'area di cls teso efficace.
εsm: deformazione unitaria media delle barre d'armatura.
Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]
Wd: ampiezza delle fessure. [m]
Wlim: ampiezza fessure limite. [m]

Parete dx

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
41 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
25 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
23 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
21 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
43 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
41 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
39 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
33 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
35 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
37 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
27 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
39 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-56.01	No	-1387	19920	15	14.3627	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-35.3904	-112.02	No	-1385	19920	15	14.3859	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-56.01	No	-1382	19920	15	14.4091	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.9259	-56.51	No	-950	14940	15	15.7182	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-21.8519	-113.03	No	-949	14940	15	15.7458	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.9259	-56.51	No	-947	14940	15	15.7735	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-69.4	No	-1209	19920	15	16.4783	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-28.1195	-138.81	No	-1207	19920	15	16.5071	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-69.4	No	-1205	19920	15	16.5358	Si
27 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.1282	-54.11	No	-889	14940	15	16.8148	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
43 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-52.24	No	7315	360000	15	49.2149	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-35.3904	-104.49	No	7307	360000	15	49.2676	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-52.24	No	7299	360000	15	49.3202	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-67.44	No	4136	360000	15	87.0409	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-28.1195	-134.89	No	4133	360000	15	87.1051	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-67.44	No	4130	360000	15	87.1689	Si
37 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-11.5625	-56.06	No	3363	360000	15	107.0413	Si
35 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-23.1249	-112.11	No	3361	360000	15	107.1188	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-11.5625	-56.06	No	3358	360000	15	107.1958	Si
41 Prosp.A	Verticale	SLE RA 17	2.8202	59.63	No	3091	360000	15	116.4839	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Parete sx

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

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
40 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
20 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
22 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
24 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
36 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
34 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
32 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
38 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
40 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
42 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
30 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.9259	-56.51	No	-950	14940	15	15.7182	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	21.8519	-113.03	No	-949	14940	15	15.7458	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.9259	-56.51	No	-947	14940	15	15.7735	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	14.4407	-75.82	No	-1261	19920	15	15.7962	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	28.8813	-151.63	No	-1259	19920	15	15.8241	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	14.4407	-75.82	No	-1257	19920	15	15.8519	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-63.79	No	-1208	19920	15	16.4851	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	28.8475	-127.58	No	-1206	19920	15	16.5133	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-63.79	No	-1204	19920	15	16.5415	Si
30 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.1282	-54.11	No	-889	14940	15	16.8148	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	15.977	-43.88	No	6817	360000	15	52.8097	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	31.954	-87.77	No	6809	360000	15	52.8677	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	15.977	-43.88	No	6802	360000	15	52.9255	Si

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σ_f	σ_f limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
38 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-59.92	No	4842	360000	15	74.3449	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	28.8475	-119.84	No	4838	360000	15	74.4104	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-59.92	No	4834	360000	15	74.4756	Si
40 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	-2.505	58.96	No	2954	360000	15	121.8671	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	9.7587	-47.04	No	2856	360000	15	126.0434	Si
34 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	19.5174	-94.08	No	2854	360000	15	126.1356	Si
36 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	9.7587	-47.04	No	2852	360000	15	126.2272	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

10.2.3 Soletta inferiore

La soletta di fondazione dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLE sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione, i valori delle tensioni di esercizio e delle aperture delle fessure per le sezioni indicate:

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]

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura.

Δ_{max} : distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

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
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 11	66.6502	0	-2130	19920	15	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	-2130	19920	15	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	-2130	19920	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 19	-58.4871	0	-1870	19920	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	-1870	19920	15	Si
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	-1870	19920	15	Si
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 3	-21.64	0	-1383	14940	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 3	-43.2799	0	-1383	14940	15	Si
10	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 3	-43.2799	0	-1383	14940	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 3	-21.64	0	-1383	14940	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
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 11	66.6502	0	22370	360000	15	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	22370	360000	15	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	22370	360000	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 19	-58.4871	0	19630	360000	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	19630	360000	15	Si
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	19630	360000	15	Si
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-28.1355	0	18886	360000	15	Si
10	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 5	-56.271	0	18886	360000	15	Si
16	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-28.1355	0	18886	360000	15	Si
19	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 4	27.1934	0	18254	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

11 VERIFICHE MURI D'ALA

11.1 VERIFICHE SLU

Si conducono verifiche a taglio e a pressoflessione.

Le sollecitazioni agenti considerate si riferiscono all'involuppo delle sollecitazioni SLU-SLV.

Nell'allegato si riportano gli andamenti delle caratteristiche di sollecitazione per ciascun elemento strutturale e per ciascuna combinazione di carico.

11.1.1 Soletta fondazione

La soletta superiore dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLU a pressoflessione e taglio sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione più gravosa, le verifiche agli SLU nei nodi maggiormente sollecitati:

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.

σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σlim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

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

εsm: deformazione unitaria media delle barre di armatura.

Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLU 24	46.8505	0	97.0126	0	2.0707	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLU 24	46.8473	0	97.0126	0	2.0708	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 29	76.7197	0	175.7229	0	2.2905	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 29	76.7161	0	175.7229	0	2.2906	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 32	70.8631	0	198.4943	0	2.8011	Si
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 32	70.8624	0	198.4943	0	2.8011	Si
11	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 30	60.5554	0	198.4943	0	3.2779	Si
4	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 30	60.5524	0	198.4943	0	3.2781	Si
12	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 25	47.244	0	175.7229	0	3.7195	Si
3	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 25	47.2412	0	175.7229	0	3.7197	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 24	-56.51	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5424	Si
31	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 24	-56.51	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5424	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 24	-56.51	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5425	Si
32	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 24	-56.51	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5425	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 29	-82.24	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.9077	Si
30	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 29	-82.24	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.9077	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 29	-82.24	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.9077	Si
33	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 29	-82.24	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.9077	Si
34	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 29	-66.44	0	174.32	174.32	0	934.18	2.5	0.0015708	2.6237	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 29	-66.44	0	174.32	174.32	0	934.18	2.5	0.0015708	2.6237	Si

11.1.2 Paramento verticale

Le pareti del tombino risultano armate con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura di calcolo è prevista come segue:

- Ø20/20 verticali
- Ø20/20 orizzontali

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLU a pressoflessione e taglio sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione più gravosa, le verifiche agli SLU nei nodi maggiormente sollecitati:

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]
 Descrizione: descrizione della sezione di verifica.
 Dir.: direzione della sezione di verifica.
 Base: base della sezione. [m]
 Altezza: altezza della sezione. [m]
 As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]
 As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]
 c,sup: copriferro medio superiore. [m]
 c,inf: copriferro medio inferiore. [m]
 Dir.: direzione della sezione di verifica.
 Comb.: combinazione di verifica.
 MEd: momento agente. [kN*m]
 NEd: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]
 MRd: momento resistente. [kN*m]
 NRd: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]
 c.s.: coefficiente di sicurezza.
 Verifica: stato di verifica.
 d: altezza utile. [m]
 bw: minima larghezza anima. [m]
 Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.
 Asw/s: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.
 VEd: taglio agente. [kN]
 Vrd,c: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]
 Vrcd: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]
 Vrsd: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]
 VRd: resistenza a taglio. [kN]
 cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.
 Asl: area armatura longitudinale. [m²]
 Sezione fessurata: sezione fessurata.
 σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]
 σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]
 Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.
 σf: tensione dell'armatura. [kN/m²]
 σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]
 Fessurazione non valutabile: nessuna armatura presente nell'area di cls teso efficace.
 εsm: deformazione unitaria media delle barre d'armatura.
 Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]
 Wd: ampiezza delle fessure. [m]
 Wlim: ampiezza fessure limite. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000
 Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 2	2.4	0
L3	Piano 1	3.2	0

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
175 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
168 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
142 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
143 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
154 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
155 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
130 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
131 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
167 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
166 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
193 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
186 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
206 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
199 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLU 29	41.5956	19.97	111.0397	53.31	2.6695	Si
168 Prosp.A	Verticale	SLU 29	41.5904	19.97	111.0397	53.32	2.6698	Si
142 Prosp.A	Verticale	SLU 30	60.761	2.66	201.1896	8.82	3.3112	Si
143 Prosp.A	Verticale	SLU 30	60.7584	2.66	201.1896	8.82	3.3113	Si
154 Prosp.A	Verticale	SLU 29	57.962	16.58	194.3287	55.6	3.3527	Si
155 Prosp.A	Verticale	SLU 29	57.9611	16.58	194.3287	55.59	3.3527	Si
130 Prosp.A	Verticale	SLU 30	56.4538	21.36	191.8452	72.59	3.3983	Si
131 Prosp.A	Verticale	SLU 30	56.4502	21.36	191.8452	72.59	3.3985	Si
167 Prosp.A	Verticale	SLU 29	54.5473	27.83	188.3868	96.12	3.4536	Si
166 Prosp.A	Verticale	SLU 29	54.5469	27.83	188.3868	96.13	3.4537	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
106 Prosp.A	Verticale	0.34	0.805	Non necessaria	0	SLU 30	130.15	-31.58	31.2107	147.92	803.15	0	147.92	2.5	0.0012566	1.1365	Si
107 Prosp.A	Verticale	0.34	0.805	Non necessaria	0	SLU 30	-130.09	31.58	31.2179	147.92	803.15	0	147.92	2.5	0.0012566	1.137	Si
118 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	145.44	-19.05	45.4509	181.55	995.08	0	181.55	2.5	0.0015708	1.2483	Si
119 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	-145.38	19.06	45.4543	181.55	995.08	0	181.55	2.5	0.0015708	1.2488	Si
175 Prosp.A	Orizzontale	0.314	0.5	Non necessaria	0	SLU 29	-71.75	-7.86	20.3122	92.79	459.5	0	92.79	2.5	0.0009425	1.2932	Si
168 Prosp.A	Orizzontale	0.314	0.5	Non necessaria	0	SLU 29	-71.74	-7.86	20.3061	92.79	459.5	0	92.79	2.5	0.0009425	1.2934	Si
155 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	-137.95	16.58	57.9611	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.2984	Si
154 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	137.95	16.58	57.962	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.2985	Si
167 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	-128.09	27.46	46.6426	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.3984	Si
166 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 29	128.08	27.46	46.6413	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.3986	Si

11.2 Verifiche SLE

Ai fini della verifica, si riportano, per le sezioni indicate, i valori delle tensioni di esercizio relative alle seguenti combinazioni:

- Combinazione rara;
- Combinazione quasi permanente;

Ed i valori delle aperture delle fessure corrispondenti alle seguenti combinazioni:

- Combinazione frequente;
- Combinazione quasi permanente.

Sono condotte verifiche a fessurazione e limitazione delle tensioni.

11.2.1 Soletta fondazione

La soletta superiore dell'opera risulta armata con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura longitudinale di calcolo (a flessione) è prevista come segue:

Armatura corrente in entrambe le direzioni:

- Ø20/20 superiori
- Ø20/20 inferiori

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLE sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione, i valori delle tensioni di esercizio e delle aperture delle fessure per le sezioni indicate:

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]

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura.

Δ_{max} : distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40_1 Rck 40000

Verifiche nei nodi

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
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 1	32.0456	0	-2132	14940	15	Si
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 1	32.0456	0	-2132	14940	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE QP 1	50.6281	0	-1871	14940	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE QP 1	50.6281	0	-1871	14940	15	Si
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.136	0	-2271	19920	15	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.1332	0	-2271	19920	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.3496	0	-2083	19920	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.3469	0	-2083	19920	15	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 2	44.9475	0	-1495	14940	15	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 2	44.9475	0	-1495	14940	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
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.136	0	20441	360000	15	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.1332	0	20439	360000	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.3496	0	18746	360000	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.3469	0	18745	360000	15	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 2	52.4912	0	15716	360000	15	Si
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 2	52.4906	0	15716	360000	15	Si
11	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 3	44.5498	0	13338	360000	15	Si
4	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 3	44.5475	0	13338	360000	15	Si
12	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 3	34.2274	0	11387	360000	15	Si
3	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 3	34.2248	0	11386	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

11.2.2 Paramento verticale

Le pareti del tombino risultano armate con armatura doppia e simmetrica lungo tutto il suo sviluppo. L'armatura di calcolo è prevista come segue:

- Ø20/20 verticali
- Ø20/20 orizzontali

Il copriferro di calcolo è assunto pari a 50 mm.

Le verifiche SLE sono eseguite in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate.

Si riportano, per ciascuna combinazione, i valori delle tensioni di esercizio e delle aperture delle fessure per le sezioni indicate:

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione: descrizione della sezione di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]

As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]

c,sup: copriferro medio superiore. [m]

c,inf: copriferro medio inferiore. [m]

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Comb.: combinazione di verifica.

MEd: momento agente. [kN*m]

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

MRd: momento resistente. [kN*m]

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

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

d: altezza utile. [m]

bw: minima larghezza anima. [m]

Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.

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

VEd: taglio agente. [kN]

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

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

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

VRd: resistenza a taglio. [kN]

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

Asl: area armatura longitudinale. [m²]

Sezione fessurata: sezione fessurata.

σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]

σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione dell'armatura. [kN/m²]

σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]

Fessurazione non valutabile: nessuna armatura presente nell'area di cls teso efficace.

εsm: deformazione unitaria media delle barre d'armatura.

Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]

Wd: ampiezza delle fessure. [m]

Wlim: ampiezza fessure limite. [m]

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 Rck 40000

Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 2	2.4	0
L3	Piano 1	3.2	0

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
175 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
168 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
142 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
143 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
154 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
155 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
130 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
131 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
167 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
166 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
193 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
186 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
206 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
199 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	30.7372	-24.16	No	-2060	19920	15	9.6698	Si
168 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	30.7333	-24.16	No	-2060	19920	15	9.671	Si
193 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	40.3897	-0.16	No	-1600	19920	15	12.4515	Si
186 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	40.3848	-0.16	No	-1600	19920	15	12.453	Si
142 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	44.7535	-3.27	No	-1438	19920	15	13.8541	Si
143 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	44.7515	-3.27	No	-1438	19920	15	13.8547	Si
154 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	43.4039	-21.35	No	-1435	19920	15	13.8802	Si
155 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	43.4032	-21.36	No	-1435	19920	15	13.8804	Si
167 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.3813	-37.12	No	-1374	19920	15	14.5002	Si
166 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.381	-37.11	No	-1374	19920	15	14.5004	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	30.8076	12.74	No	21003	360000	15	17.1403	Si
168 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	30.8038	12.74	No	21001	360000	15	17.1423	Si
193 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.2962	1.61	No	16453	360000	15	21.881	Si
186 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.2912	1.61	No	16451	360000	15	21.8837	Si
142 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	44.9948	1.7	No	15158	360000	15	23.7493	Si
143 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	44.9928	1.7	No	15158	360000	15	23.7504	Si
206 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	19.5731	32.04	No	14911	360000	15	24.1428	Si
199 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	19.5707	32.04	No	14910	360000	15	24.1457	Si
154 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	42.9364	10.19	No	14752	360000	15	24.4027	Si
155 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	42.9357	10.19	No	14752	360000	15	24.4032	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi
La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

18 VERIFICA CORDOLO CON PARAPETTO

18.1 Verifiche strutturali

I cordoli con parapetto sono dimensionati considerando un comportamento a parete, sulla quale agisce l'azione dovuta al parapetto. I calcoli di verifica vengono eseguiti con riferimento al cordolo di altezza maggiore, più sollecitato nella sezione alla base.

La parete risulta armata come segue:

- $\phi 20/20$ verticali correnti
- $\phi 20/20$ orizzontali correnti

Per ulteriori dettagli si faccia riferimento agli elaborati di progetto.

Le azioni agenti sul cordolo sono valutate in accordo con quanto prescritto al par. 5.1.3.10 delle NTC2018, nel quale è scritto che i parapetti devono essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 1.5 kN/m applicata al corrimano. Oltre a tale azione si considera il peso proprio del parapetto.

I carichi e le sollecitazioni alla base del cordolo sono riepilogati di seguito:

H= 1.5 kN/m, azione orizzontale applicata al corrimano

N= 0.20 kN/m, peso del parapetto

h=1.85 m, altezza corrimano da base cordolo

Le sollecitazioni alla base del cordolo, considerando una porzione di lunghezza unitaria e tenendo conto dei fattori parziali di sicurezza, risultano:

$$M = \gamma \times H \times h = 1.5 \times 1.5 \times 1.85 = 4.16 \text{ kNm}$$

$$V = \gamma \times H = 1.5 \times 1.5 \text{ kN} = 2.25 \text{ kN}$$

$$N = \gamma \times 0.20 \text{ kN} = 1.5 \times 0.20 = 0.3 \text{ kN}$$

Si riportano di seguito le verifiche SLU ed SLE nella sezione alla base del cordolo con parapetto.

18.1.1 Verifica pressoflessione

Con riferimento alle sollecitazioni precedentemente calcolate, per la verifica si ha:

Titolo : _____

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	35

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm ²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

M-curvatura

Precompresso

Essendo il momento resistente maggiore del momento sollecitante, la verifica risulta soddisfatta.

18.1.2 Verifica taglio

Per la verifica a taglio a vantaggio di sicurezza si considera l'assenza di armatura a taglio.

Dati materiali

Acciaio FeB44k	$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$
	$\gamma_s = 1,15$
	$f_{yd} = 373,9 \text{ N/mm}^2$
	$E_s = 2,05E+05 \text{ N/mm}^2$
Calcestruzzo $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$f_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$
	$\gamma_c = 1,6$
	$f_{cd} = 13,23 \text{ N/mm}^2$
	$E_c = 31220 \text{ N/mm}^2$

Dati sezione

B=	1000 mm	Base
H=	400 mm	Altezza totale
d=	50 mm	Copriferro teso
d'=	50 mm	Copriferro compresso

	$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	
$N_{\phi} =$	5	0	0	0	Numero barre tese
$\phi =$	20	20	16	16	Diametro barre tese

	$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$	
$N_{\phi'} =$	5	0	0	0	Numero barre compresse
$\phi_i =$	20	20	20	20	Diametro barre compresse

$A_s =$	1571 mm ²	Armatura tesa
$A'_s =$	1571 mm ²	Armatura compressa
h=	350 mm	Altezza utile
A=	350000 mm ²	Area utile
$\rho =$	0,0045	Rapporto armatura tesa
$\rho' =$	0,0045	Rapporto armatura compressa

Dati sollecitazioni

$M_{max} =$	0,00 kNm
$V_{max} =$	2,25 kN

Verifica

Taglio ultimo per elementi provvisti di armatura a taglio

Verifica del conglomerato

$$V_{Rdu} = 1388,95 \text{ kN}$$

Verifica dell'armatura trasversale

$$V_{cd} = 239,50 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = 1776,12 \text{ kN}$$

Verifica soddisfatta

$$V_{Rdu} = 2015,62 \text{ kN}$$

Verifica soddisfatta

Area di acciaio longitudinale tesa minima agli appoggi

$$A_{s,min} = 6 \text{ mm}^2$$

Verifica soddisfatta

La minima resistenza a taglio per elementi sprovvisti di specifica armatura è nettamente superiore alla sollecitazione, pertanto la verifica si ritiene soddisfatta.

18.2 Verifiche in esercizio

Si riportano le sollecitazioni per le verifiche SLE, che risultano uguali per tutte le combinazioni (rara, frequente e quasi permanente):

$$M = H \times h = 1.5 \times 1.85 = 2.78 \text{ kNm}$$

$$V = H = 1.5 \text{ kN}$$

$$N = 0.20 \text{ kN}$$

Le tensioni sull'acciaio e sul calcestruzzo sono valutate di seguito.

RELAZIONE DI CALCOLO

Titolo :

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	35

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN
 yN

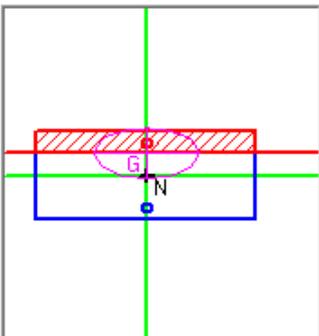
S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

 N° iterazioni:

Precompresso



18.2.1 Verifica tensioni

Dati materiali

Acciaio B450C		$f_{yk} = 450$ N/mm² $\gamma_s = 1,15$ $f_{yd} = 391,3$ N/mm² $E_s = 2,05E+05$ N/mm²
Calcestruzzo $R_{ck} = 40$ N/mm²		$f_{cm} = 41,2$ N/mm² $f_{ck} = 33,2$ N/mm² $f_{ctm} = 3,1$ N/mm² $f_{ctk} = 2,2$ N/mm² $\gamma_c = 1,5$ N/mm² $\alpha_{cc} = 0,85$ $f_{cd} = 18,8$ N/mm² $f_{ctd} = 1,4$ N/mm² $E_{mc} = 33643$ N/mm²

TENSIONE NEL CALCESTRUZZO

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)

$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Combinazione caratteristica rara

	N_{min}	N_{max}	
$\sigma_c =$	0,15	0,15	N/mm ²
$0.6 f_{ck} =$	19,92	19,92	N/mm ²
	soddisfatta	soddisfatta	

Combinazione quasi permanente

	N_{min}	N_{max}	
$\sigma_c =$	0,15	0,15	N/mm ²
$0.45 f_{ck} =$	14,94	14,94	N/mm ²
	soddisfatta	soddisfatta	

TENSIONE NELL'ACCIAIO

$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$.

	N_{min}	N_{max}	
$\sigma_s =$	5,57	5,57	N/mm ²
$0.8 f_{yk} =$	360	360	N/mm ²
	soddisfatta	soddisfatta	

La verifica delle tensioni di esercizio risulta soddisfatta.

18.2.2 Verifica fessurazione

Dati sezione

Combinazione frequente

$N_{sd} = 0,2$ kN
 $M_{sd} = 2,78$ kNm
 $\sigma_s = 5,57$ N/mm²

Sforzo normale
Momento sollecitante
Tensione agente sull'armatura tesa

Combinazione quasi permanente

$N_{sd} = 0,2$ kN
 $M_{sd} = 2,78$ kNm
 $\sigma_s = 5,57$ N/mm²

Sforzo normale
Momento sollecitante
Tensione agente sull'armatura tesa

	$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$
$N_{\phi} =$	5	0	0	0
$\phi =$	20	16	16	16

Numero barre tese
Diametro barre tese

	$\phi 1$	$\phi 2$	$\phi 3$	$\phi 4$
$N_{\phi} =$	5	0	0	0
$\phi =$	20	16	20	20

Numero barre compresse
Diametro barre compresse

$\Phi_{eq} = 20$ mm
 $A_s = 1571$ mm²
 $A'_s = 1571$ mm²

Diametro equivalente delle barre
Armatura tesa
Armatura compressa

Lunga durata

Durata del carico

$k_T = 0,4$
 $h_{c,eff} = 125$ mm
 $A_{c,eff} = 125000$ mm²
 $\rho_{eff} = 0,0126$
 $\alpha_e = 6,09$

Coefficiente di durata del carico
Altezza efficace
Area efficace
Rapporto d'armatura efficace
Rapporto moduli elastici

$\epsilon_{sm} = -4,91E-04$

Rapporto moduli elastici

$\epsilon_{sm} = -4,91E-04$ Rapporto moduli elastici

Aderenza migliorata

Flessione semplice

$k_1 = 0,8$
 $k_2 = 0,5$
 $k_3 = 3,4$
 $k_4 = 0,425$
 $\Delta_{smax} = 441$ mm

Combinazione frequente

$w_d = 0,000$ mm

Combinazione quasi permanente

$w_d = 0,000$ mm

Aggressive

Condizioni ambientali

$w_1 = 0,2$
 $w_2 = 0,3$
 $w_3 = 0,4$

Combinazione frequente

$w_{dmax} = 0,3$

Combinazione quasi permanente

$w_{dmax} = 0,2$

Verifica

Combinazione frequente

Verifica soddisfatta

Combinazione quasi permanente

Verifica soddisfatta

12 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano di seguito i criteri ed i calcoli per la verifica di capacità portante della fondazione del tombino scatolare.

12.1 Criteri di calcolo per le verifiche geotecniche

12.1.1 Approcci di progetto e fattori di sicurezza

Le verifiche di carattere geotecnico vengono effettuate seguendo l'Approccio 2 previsto dalla normativa. Secondo tali indicazioni e con riferimento alle colonne delle tabelle successivamente riportate, vengono utilizzati i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Approccio 2: "A1+M1+R3"

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_P (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

12.1.2 Criteri di calcolo della capacità portante del complesso terreno – fondazione

La verifica allo stato limite ultimo, corrispondente al collasso per carico limite della fondazione, consiste nel controllare che le azioni di progetto, che l'opera trasmette al terreno di fondazione, siano inferiori alla resistenza di progetto del sistema terreno-fondazione.

La valutazione della capacità portante del complesso terreno – fondazione viene effettuata, secondo le indicazioni fornite da EC7.

L'espressione adottata per il calcolo del carico limite unitario è:

$$Q_{lim}/A' = c' N_c b_c s_c i_c + q' N_q b_q s_q i_q + 0.5 g' B' N_g b_g s_g i_g$$

Con i fattori adimensionali:

— Fattori di capacità portante:

$$N_q = e^{p \tan j'} \tan^2 (45^\circ + j'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot j'$$

$$N_g = 2 (N_q - 1) \tan j', \text{ dove } d \geq j'/2 \text{ (d attrito fondazione - terreno)}$$

— Inclinazione del piano di posa della fondazione:

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/N_c \times \tan j'$$

$$b_q = b_g = (1 - a \times \tan j')^2$$

— Forma della fondazione:

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin j', \text{ per impronta rettangolare;}$$

$$s_q = 1 + \sin j', \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$

$$s_g = 1 \times 0.3 (B'/L'), \text{ per impronta rettangolare;}$$

$$s_g = 0.7, \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$

$s_c = (s_q \times N_q - 1) / (N_q - 1)$ per impronta rettangolare, quadrata o circolare;

— Inclinazione del carico:

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / N_c \times \tan j';$$

$$i_q = [1 - H / (V + A'c' \cot j')]^m;$$

$$i_g = [1 - H / (V + A'c' \cot j')]^{m+1}.$$

dove:

$$m = m_B = [2 + (B' / L')] / [1 + (B' / L')] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } B';$$

$$m = m_L = [2 + (L' / B')] / [1 + (L' / B')] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } L'.$$

Nel caso in cui la componente orizzontale del carico H agisca in una direzione formante un angolo q con la direzione di L' , m può essere calcolato come:

$$m = m_q = m_L \cos^2 q + m_B \sin^2 q.$$

I simboli hanno il seguente significato

Q_{lim} Valore del carico limite del complesso fondazione - terreno

$A' = B' \times L'$ Area efficace di progetto della fondazione

B Larghezza della fondazione

B' Larghezza efficace della fondazione

L Lunghezza della fondazione

L' Lunghezza efficace della fondazione

c' Valore della coesione efficace del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione

j' Valore dell'angolo d'attrito efficace del terreno al di sotto del piano di posa

q Pressione litostatica sul piano di posa della fondazione

a Inclinazione del piano di posa della fondazione rispetto all'orizzontale

V Carico verticale

H Carico orizzontale

12.2 Verifica di portanza della fondazione

La verifica della capacità portante del complesso terreno fondazione viene effettuata confrontando il carico assiale esercitato dalla struttura sul terreno, con il carico limite di progetto, calcolato secondo il

RELAZIONE DI CALCOLO

metodo di Brinch-Hansen, implementato nel foglio di calcolo edito da Progetti e calcoli di Geotecnica con Excel, vol.1 (DEI).

Il carico assiale esercitato dalla struttura sul terreno è calcolato nella tabella di seguito:

Larghezza sezione	Altezza sezione	Spessore pareti	Larghezza fondazione	Spessore fondazione e copertura	Altezza ricoprimento	Altezza pacchetto stradale su copertura	Profondità piano di posa fondazione in asse strada	Peso struttura	Peso ricoprimento	Peso pacchetto stradale	N totale fondazione
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
2.00	2.00	0.40	2.80	0.40	2.80	0.65	6.25	96.00	50.40	15.60	162.00

I calcoli estesi del carico limite sono riportati di seguito.

$$q_{lim} = c^*N_c^* s_c^*d_c^*i_c^*b_c^*g_c + q^*N_q^*s_q^*d_q^*i_q^*b_q^*g_q + 0,5^*\gamma^*B^*N_\gamma^*s_\gamma^*d_\gamma^*i_\gamma^*b_\gamma^*g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2^*e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2^*e_L$)

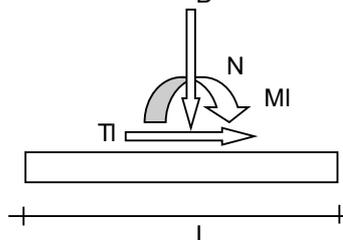
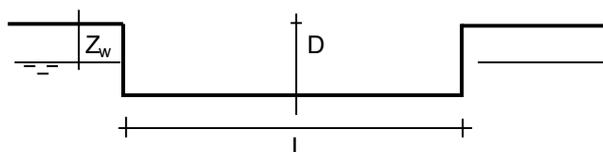
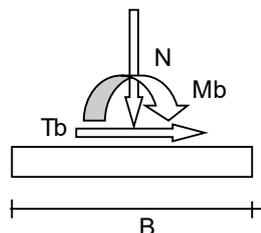
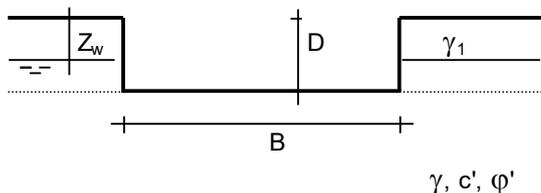
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'
Stato limite ultimo	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.25	1.60
Tensioni ammissibili	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	<input checked="" type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00

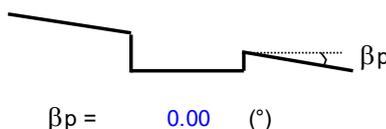
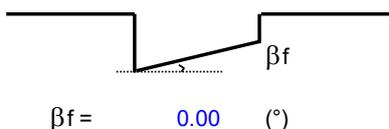
valori suggeriti dall'EC7

RELAZIONE DI CALCOLO



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 2.80 (m)
L = 1.00 (m)
D = 6.25 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	162.00	0.00	210.60
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

γ_1 = 18.00 (kN/mc)
 γ = 18.00 (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

c' = 5.00 (kN/mq)
 ϕ' = 25.00 (°)

Valori di progetto

c' = 5.00 (kN/mq)
 ϕ' = 25.00 (°)

Profondità della falda

Z_w = 10.00 (m)

e_B = 0.00 (m)
 e_L = 0.00 (m)

B^* = 2.80 (m)
 L^* = 1.00 (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 112.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c , N_q , N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c , s_q , s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 2.44$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 2.31$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = -0.12$$

RELAZIONE DI CALCOLO

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.26 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.74 \quad m = 1.26 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

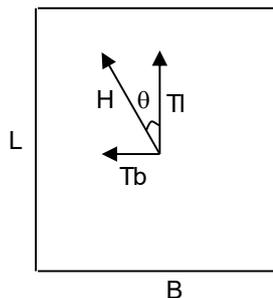
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.36$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.39$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c , g_q , g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = \qquad 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = \qquad 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = \qquad 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = \qquad 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = \qquad 4073.82 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = \qquad 75.21 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = \qquad 54.16$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = \qquad 0.00 \qquad (\text{kN})$$

$$S_d = N * \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = \qquad 112.20 \qquad (\text{kN})$$

I valori dei fattori di sicurezza sono superiori a quanto prescritto dalla norma, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

13 TABULATI DI CALCOLO

18.3 SCATOLARE

Dati generali DB

1.1 Materiali

1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

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

v: 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	v	γ	α
C32/40 1	40000	10000000	Default (4545455)	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 1	No	Si	10000000	0.001	-0.002	-0.0035	10000000	0.001	0.0002169	0.0002386	

1.1.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Fonte: origine dei dati dell'elemento.

fyk: 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]

v: 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.617 02/02/09 SC8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	Fonte	fyk	σ _{amm}	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C		450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

2 Dati di definizione
2.1 Preferenze commessa
2.1.1 Preferenze di normativa

Analisi
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn 50
Classe d'uso IV
Tipo di analisi Non sismica
Località Perugia, Spoleto, Colle Campanaro; Latitudine ED50 42.7199° (42° 43' 12''); Longitudine ED50 12.6336° (12° 38' 1''); Altitudine s.l.m. 382.44 m.

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali) 2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali) 1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta 1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta 1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali 1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate 1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali) 1.15
Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7 Si
Verifiche C.A.

Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ys (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio) 1.15
yc (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo) 1.5
Limite cc/fck in combinazione rara 0.6
Limite cc/fck in combinazione quasi permanente 0.45
Limite of/fyk in combinazione rara 0.8
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza 0.7
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4 0.0002 [m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4 0.0003 [m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4 0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q No
Copriferro secondo EC2 No
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche 0.85
acc elementi esistenti 0.85
Verifiche legno

Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
yM combinazioni fondamentali massiccio 1.5
yM combinazioni fondamentali lamellare 1.45
yM combinazioni fondamentali unioni 1.5
yM combinazioni eccezionali 1
yM combinazioni esercizio 1
Kmod durata istantaneo, classe 1 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3 0.9
Kmod durata breve, classe 1 0.9
Kmod durata breve, classe 2 0.9
Kmod durata breve, classe 3 0.7
Kmod durata media, classe 1 0.8
Kmod durata media, classe 2 0.8
Kmod durata media, classe 3 0.65
Kmod durata lunga, classe 1 0.7
Kmod durata lunga, classe 2 0.7
Kmod durata lunga, classe 3 0.55
Kmod durata permanente, classe 1 0.6
Kmod durata permanente, classe 2 0.6
Kmod durata permanente, classe 3 0.5
Kdef classe 1 0.6
Kdef classe 2 0.8
Kdef classe 3 2
Verifiche acciaio

Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym0 1.05
ym1 1.05
ym2 1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale 0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mor automatico
Coefficienti α , β per flessione deviata unitari
Verifica semplificata conservativa si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi 500
Metodo semplificato formula (4.2.82) si
Escludi § 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5 si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2 si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4 no
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne 0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne 0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q no
Verifiche alluminio

Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym1 1.15
ym2 1.25

Verifiche pannelli gessofibra
Normativa EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014; ETA-03/0050; ETA-07/0086; ETA-08/0147
a 7
b -0.7
c 0.9
Kmod durata istantaneo, classe 1 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2 0.8
Kmod durata breve, classe 1 0.8
Kmod durata breve, classe 2 0.6
Kmod durata media, classe 1 0.6
Kmod durata media, classe 2 0.45
Kmod durata lunga, classe 1 0.4
Kmod durata lunga, classe 2 0.3
Kmod durata permanente, classe 1 0.2
Kmod durata permanente, classe 2 0.15
2.1.2 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 rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma 1
Tolleranza di parallelismo 4.99 [deg]
Tolleranza di unicità punti 0.1 [m]
Tolleranza generazione nodi di aste 0.01 [m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste 4.99 [deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci 0.04 [m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati 1 [m]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio No
Modello elastico pareti in muratura Gusci
Concentra masse pareti nei vertici No
Segno risultati analisi spettrale Analisi statica
Metodo di risoluzione della matrice Intel MKL PARDISO
Scrivi commenti nel file di input No
Scrivi file di output in formato testo No
Solidi colle e corpi ruvidi (default) Solidi reali
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione 1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare Equilibrio elastico
Numero di modi di vibrare da ricercare 20
Algoritmo di analisi modale Proiezione nel sottospazio totale
Algoritmo di combinazione modale CQC
2.1.3 Moltiplicatori inerziali
Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.
J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.
J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.
Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.
A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.
A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.
A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.
Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

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

2.1.4 Preferenze di analisi non lineare FEM
Metodo iterativo Secante
Tolleranza iterazione 0.00001
Numero massimo iterazioni 50
2.1.5 Preferenze di analisi carichi superficiali
Detrazioni 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]
2.1.6 Preferenze del suolo
Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base no
Fondazioni bloccate orizzontalmente no
Considera peso sismico delle fondazioni si
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico no
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default) 44000 [kN/m³]
Rapporto coefficiente di sottofondo orizzontale/verticale 0.5

RELAZIONE DI CALCOLO

Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default) 1000 [kN/m²]
 Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default) 0.1 [kN/m²]
 Metodo di calcolo della K verticale Vesic
 Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite Vesic
 Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default) Ghiaia
 Dimensione massima della discretizzazione del palo (default) 2 [m]
 Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali 1
 Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali 1
 K punta palo (default) 40000 [kN/m²]
 Pressione limite punta palo (default) 1000 [kN/m²]
 Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali 600 [kN/m²]
 Calcola cedimenti fondazioni superficiali no
 Spessore massimo strato 1 [m]
 Profondità massima 30 [m]
 Cedimento assoluto ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento differenziale ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento relativo ammissibile 0.05 [m]
 Rapporto di inflessione F/L ammissibile 0.003333
 Rotazione rigida ammissibile 0.191 [deg]
 Rotazione assoluta ammissibile 0.191 [deg]
 Distorsione positiva ammissibile 0.191 [deg]
 Distorsione negativa ammissibile 0.095 [deg]
 Considera fondazioni compensate no
 Coefficiente di riduzione della a Max attesa 0.3
 Condizione per la valutazione della spinta su pareti Lungo termine
 Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico no
 Calcola cedimenti teorici pali no
 Considera accorciamento del palo si
 Distanza influenza cedimento palo 10 [m]
 Distribuzione attrito laterale Attrito laterale uniforme
 Ripartizione del carico Ripartizione come da modello FEM
 Scelta terreno laterale Media pesata degli strati coinvolti
 Scelta terreno punta Media pesata degli strati coinvolti
 Cedimento assoluto ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento medio ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento differenziale ammissibile 0.05 [m]
 Rotazione rigida ammissibile 0.191 [deg]
 Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento si
 Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti no
 Esegui verifica a liquefazione no
 Metodo di verifica liquefazione Seed-Idriss (1982)
 Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione 1.3
 Magnitudo scaling factor per liquefazione 1
 2.1.7 Preferenze progetto muratura
 Forza minima aggancio al piano (default) 0 [kN/m]
 Denominatore per momento ortogonale (default) 8
 Minima resistenza trazione travi (default) 300 [kN]
 Angolo cuneo verifica ribaltamento (default) 30 [deg]
 Considera d = 0.8 * h nei maschi senza fibre compresse No
 Verifica pressoflessione deviata No
 Considera effetto piastra in presenza di irrigidimenti Si
 N = 0 per verifica fessurazione diagonale elementi esistenti in D.M. 17-01-2018 Si
 Resistenza a pressoflessione FRCM Secondo CNR-DT 215
 Considera rinforzi FRP/FRCM anche per combinazioni non sismiche No
 Schema eccentricità di carico solaio Triangolare
 2.2 Azioni e carichi
 2.2.1 Azione del vento
 Zona Zona 3
 Rugosità Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
 Categoria esposizione V
 Vb 27 [m/s]
 Tr 0.5 [m/s]
 Ct 0.01 [m/s]
 qr 0.456 [kN/m²]
 Quota piano campagna 0 [m]
 2.2.2 Azione della neve
 Zona Zona II
 Classe topografica Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi
 Ce 1
 Ct 1
 Tr 50
 qsk 1.39 [kN/m²]
 2.2.3 Condizioni elementari di carico
Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.
Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.
Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).
ψ0: coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.
ψ1: coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.
ψ2: coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.
Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Media	0.75	0.75	0	
Sovraccarico variabile traffico destra	Sovraccarico variabile traffico destra	Media	0.75	0.75	0	

RELAZIONE DI CALCOLO

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Frenatura	Frenatura	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno sinistra	Media	0	0	0	
Spinta sismica terreno destra	Spinta sismica terreno destra	Media	0	0	0	
Spinta terreno sinistra	Spinta terreno sinistra	Permanente	1	1	1	
Spinta terreno destra	Spinta terreno destra	Permanente	1	1	1	
Sisma da sinistra	Sisma da sinistra	Media	0	0	0	
Sisma da destra	Sisma da destra	Media	0	0	0	
Variabile soletta inferiore	Variabile soletta inferiore	Media	0.75	0.75	0	
Variabile soletta superiore	Variabile soletta superiore	Media	0.75	0.75	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	Si

2.2.4 Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Sovraccarico variabile traffico sinistra: Sovraccarico variabile traffico sinistra

Sovraccarico variabile traffico destra: Sovraccarico variabile traffico destra

Frenatura: Frenatura

Spinta sismica terreno sinistra: Spinta sismica terreno sinistra

Spinta sismica terreno destra: Spinta sismica terreno destra

Spinta terreno sinistra: Spinta terreno sinistra

Spinta terreno destra: Spinta terreno destra

Sisma da sinistra: Sisma da sinistra

Sisma da destra: Sisma da destra

Variabile soletta inferiore: Variabile soletta inferiore

Variabile soletta superiore: Variabile soletta superiore

ΔT : ΔT

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
	SLU	0	0	0	0	0	0	0
1	SLU 1	1	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0	0	0	0	0	0
3	SLU 3	1	0	0	0	0	0	0
9	SLU 9	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
10	SLU 10	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
11	SLU 11	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
12	SLU 12	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
13	SLU 13	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
14	SLU 14	1	0	1.35	1.35	0	0	0
15	SLU 15	1	0	1.35	1.35	0	0	0
16	SLU 16	1	0	1.35	1.35	0	0	0
17	SLU 17	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
18	SLU 18	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
19	SLU 19	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
20	SLU 20	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
21	SLU 21	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
22	SLU 22	1	0	1.35	1.35	0	0	0
23	SLU 23	1	0	1.35	1.35	0	0	0
24	SLU 24	1	0	1.35	1.35	0	0	0
25	SLU 25	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
26	SLU 26	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
27	SLU 27	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
28	SLU 28	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
29	SLU 29	1	0	1.013	1.013	1.35	0	0
30	SLU 30	1	0	0	1.35	0	0	0
31	SLU 31	1	0	0	1.35	0	0	0
32	SLU 32	1	0	0	1.35	0	0	0
33	SLU 33	1	0	1.35	1.35	0	0	0
34	SLU 34	1	0	1.35	1.35	0	0	0
35	SLU 35	1	0	1.35	1.35	0	0	0
36	SLU 36	1	1.5	0	0	0	0	0
37	SLU 37	1	1.5	0	0	0	0	0
38	SLU 38	1	1.5	0	0	0	0	0
39	SLU 39	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
40	SLU 40	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
41	SLU 41	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
42	SLU 42	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
43	SLU 43	1	1.5	1.013	1.013	1.35	0	0
44	SLU 44	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0
45	SLU 45	1	1.5	1.35	1.35	0	0	0

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
46	SLU 46	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
47	SLU 47	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
48	SLU 48	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
49	SLU 49	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
50	SLU 50	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
51	SLU 51	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
52	SLU 52	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
53	SLU 53	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
54	SLU 54	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
55	SLU 55	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
56	SLU 56	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
57	SLU 57	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
58	SLU 58	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
59	SLU 59	1	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
60	SLU 60	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
61	SLU 61	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
62	SLU 62	1	1,5	1,35	1,35	0	0	0
63	SLU 63	1,35	0	0	0	0	0	0
64	SLU 64	1,35	0	0	0	0	0	0
65	SLU 65	1,35	0	0	0	0	0	0
66	SLU 66	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
67	SLU 67	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
68	SLU 68	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
69	SLU 69	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
70	SLU 70	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
71	SLU 71	1,35	0	1,35	0	0	0	0
72	SLU 72	1,35	0	1,35	0	0	0	0
73	SLU 73	1,35	0	1,35	0	0	0	0
74	SLU 74	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
75	SLU 75	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
76	SLU 76	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
77	SLU 77	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
78	SLU 78	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
79	SLU 79	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
80	SLU 80	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
81	SLU 81	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
82	SLU 82	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
83	SLU 83	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
84	SLU 84	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
85	SLU 85	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
86	SLU 86	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
87	SLU 87	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
88	SLU 88	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
89	SLU 89	1,35	0	1,013	1,013	1,35	0	0
90	SLU 90	1,35	0	0	1,35	0	0	0
91	SLU 91	1,35	0	0	1,35	0	0	0
92	SLU 92	1,35	0	0	1,35	0	0	0
93	SLU 93	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
94	SLU 94	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
95	SLU 95	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0
96	SLU 96	1,35	1,5	0	0	0	0	0
97	SLU 97	1,35	1,5	0	0	0	0	0
98	SLU 98	1,35	1,5	0	0	0	0	0
99	SLU 99	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
100	SLU 100	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
101	SLU 101	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
102	SLU 102	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
103	SLU 103	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
104	SLU 104	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
105	SLU 105	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
106	SLU 106	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
107	SLU 107	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
108	SLU 108	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
109	SLU 109	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
110	SLU 110	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
111	SLU 111	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
112	SLU 112	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
113	SLU 113	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
114	SLU 114	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
115	SLU 115	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
116	SLU 116	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
117	SLU 117	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
118	SLU 118	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
119	SLU 119	1,35	1,5	1,013	1,013	1,35	0	0
120	SLU 120	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
121	SLU 121	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
122	SLU 122	1,35	1,5	1,35	1,35	0	0	0
123	SLU 123	1,35	1,5	1,35	0	0	0	0
124	SLU 124	1,35	1,5	1,35	0	0	0	0
125	SLU 125	1,35	1,5	1,35	0	0	0	0
1 sisma	SLU 1 sisma	1	1	0	0	0	0	1
2 sisma	SLU 2 sisma	1	1	0	0	0	0	1

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
3 sisma	SLU 3 sisma	1	1	0	0	0	0	1
4 sisma	SLU 4 sisma	1	1	0	0	0	0	1
5 sisma	SLU 5 sisma	1	1	0	0	0	1	0
6 sisma	SLU 6 sisma	1	1	0	0	0	1	0
7 sisma	SLU 7 sisma	1	1	0	0	0	1	0
8 sisma	SLU 8 sisma	1	1	0	0	0	1	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra	da	Sisma destra	da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	AT
	SLU	0	0	0		0		0	0	0
1	SLU 1	1	1	0		0		0	0	-1.5
2	SLU 2	1	1	0		0		0	0	0
3	SLU 3	1	1	0		0		0	0	1.5
9	SLU 9	1.35	1	0		0		0	1.013	-1.5
10	SLU 10	1.35	1	0		0		0	1.013	1.5
11	SLU 11	1.35	1	0		0		0	1.013	-0.9
12	SLU 12	1.35	1	0		0		0	1.013	0
13	SLU 13	1.35	1	0		0		0	1.013	0.9
14	SLU 14	1.35	1	0		0		1.35	1.35	-0.9
15	SLU 15	1.35	1	0		0		1.35	1.35	0
16	SLU 16	1.35	1	0		0		1.35	1.35	0.9
17	SLU 17	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-1.5
18	SLU 18	1	1.35	0		0		1.013	1.013	1.5
19	SLU 19	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-0.9
20	SLU 20	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0
21	SLU 21	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0.9
22	SLU 22	1	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
23	SLU 23	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0
24	SLU 24	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0.9
25	SLU 25	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-1.5
26	SLU 26	1.35	1.35	0		0		0	1.013	1.5
27	SLU 27	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-0.9
28	SLU 28	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0
29	SLU 29	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0.9
30	SLU 30	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-1.5
31	SLU 31	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	1.5
32	SLU 32	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
33	SLU 33	1.35	1.35	0		0		0	1.35	-0.9
34	SLU 34	1.35	1.35	0		0		0	1.35	0
35	SLU 35	1.35	1.35	0		0		0	1.35	0.9
36	SLU 36	1	1	0		0		1.35	0	-1.5
37	SLU 37	1	1	0		0		1.35	0	0
38	SLU 38	1	1	0		0		1.35	0	1.5
39	SLU 39	1.35	1	0		0		1.35	1.013	-1.5
40	SLU 40	1.35	1	0		0		1.35	1.013	1.5
41	SLU 41	1.35	1	0		0		1.35	1.013	-0.9
42	SLU 42	1.35	1	0		0		1.35	1.013	0
43	SLU 43	1.35	1	0		0		1.35	1.013	0.9
44	SLU 44	1.35	1	0		0		1.35	1.35	-0.9
45	SLU 45	1.35	1	0		0		1.35	1.35	0
46	SLU 46	1.35	1	0		0		1.35	1.35	0.9
47	SLU 47	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-1.5
48	SLU 48	1	1.35	0		0		1.013	1.013	1.5
49	SLU 49	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-0.9
50	SLU 50	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0
51	SLU 51	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0.9
52	SLU 52	1	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
53	SLU 53	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0
54	SLU 54	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0.9
55	SLU 55	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-1.5
56	SLU 56	1.35	1.35	0		0		0	1.013	1.5
57	SLU 57	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-0.9
58	SLU 58	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0
59	SLU 59	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0.9
60	SLU 60	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
61	SLU 61	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	0
62	SLU 62	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	0.9
63	SLU 63	1.35	1.35	0		0		0	0	-1.5
64	SLU 64	1.35	1.35	0		0		0	0	0
65	SLU 65	1.35	1.35	0		0		0	0	1.5
66	SLU 66	1.35	1	0		0		1.013	1.013	-1.5
67	SLU 67	1.35	1	0		0		1.013	1.013	1.5
68	SLU 68	1.35	1	0		0		1.013	1.013	-0.9
69	SLU 69	1.35	1	0		0		1.013	1.013	0
70	SLU 70	1.35	1	0		0		1.013	1.013	0.9
71	SLU 71	1.35	1	0		0		1.35	0	-1.5
72	SLU 72	1.35	1	0		0		1.35	0	1.5
73	SLU 73	1.35	1	0		0		1.35	0	-0.9
74	SLU 74	1.35	1	0		0		0	1.35	-0.9
75	SLU 75	1.35	1	0		0		0	1.35	0
76	SLU 76	1.35	1	0		0		0	1.35	0.9

RELAZIONE DI CALCOLO

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra	da	Sisma destra	da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
77	SLU 77	1	1.35	0		0		0	1.013	-1.5
78	SLU 78	1	1.35	0		0		0	1.013	1.5
79	SLU 79	1	1.35	0		0		0	1.013	-0.9
80	SLU 80	1	1.35	0		0		0	1.013	0
81	SLU 81	1	1.35	0		0		0	1.013	0.9
82	SLU 82	1	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
83	SLU 83	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0
84	SLU 84	1	1.35	0		0		1.35	1.35	0.9
85	SLU 85	1.35	1.35	0		0		1.35	1.013	-1.5
86	SLU 86	1.35	1.35	0		0		1.35	1.013	1.5
87	SLU 87	1.35	1.35	0		0		1.35	1.013	-0.9
88	SLU 88	1.35	1.35	0		0		1.35	1.013	0
89	SLU 89	1.35	1.35	0		0		1.35	1.013	0.9
90	SLU 90	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
91	SLU 91	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	0
92	SLU 92	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	0.9
93	SLU 93	1.35	1.35	0		0		0	1.35	-1.5
94	SLU 94	1.35	1.35	0		0		0	1.35	1.5
95	SLU 95	1.35	1.35	0		0		0	1.35	-0.9
96	SLU 96	1.35	1.35	0		0		0	0	-1.5
97	SLU 97	1.35	1.35	0		0		0	0	0
98	SLU 98	1.35	1.35	0		0		0	0	1.5
99	SLU 99	1.35	1	0		0		1.013	1.013	-1.5
100	SLU 100	1.35	1	0		0		1.013	1.013	1.5
101	SLU 101	1.35	1	0		0		1.013	1.013	-0.9
102	SLU 102	1.35	1	0		0		1.013	1.013	0
103	SLU 103	1.35	1	0		0		1.013	1.013	0.9
104	SLU 104	1.35	1	0		0		0	1.35	-0.9
105	SLU 105	1.35	1	0		0		0	1.35	0
106	SLU 106	1.35	1	0		0		0	1.35	0.9
107	SLU 107	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-1.5
108	SLU 108	1	1.35	0		0		1.013	1.013	1.5
109	SLU 109	1	1.35	0		0		1.013	1.013	-0.9
110	SLU 110	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0
111	SLU 111	1	1.35	0		0		1.013	1.013	0.9
112	SLU 112	1	1.35	0		0		0	1.35	-0.9
113	SLU 113	1	1.35	0		0		0	1.35	0
114	SLU 114	1	1.35	0		0		0	1.35	0.9
115	SLU 115	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-1.5
116	SLU 116	1.35	1.35	0		0		0	1.013	1.5
117	SLU 117	1.35	1.35	0		0		0	1.013	-0.9
118	SLU 118	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0
119	SLU 119	1.35	1.35	0		0		0	1.013	0.9
120	SLU 120	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-1.5
121	SLU 121	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	1.5
122	SLU 122	1.35	1.35	0		0		1.35	1.35	-0.9
123	SLU 123	1.35	1.35	0		0		1.35	0	-1.5
124	SLU 124	1.35	1.35	0		0		1.35	0	1.5
125	SLU 125	1.35	1.35	0		0		1.35	0	-0.9
1 sisma	SLU 1 sisma	1	1	0		1		0	0	-0.5
2 sisma	SLU 2 sisma	1	1	0		1		0	0	0.5
3 sisma	SLU 3 sisma	1	1	0		-1		0	0	-0.5
4 sisma	SLU 4 sisma	1	1	0		-1		0	0	0.5
5 sisma	SLU 5 sisma	1	1	1		0		0	0	-0.5
6 sisma	SLU 6 sisma	1	1	1		0		0	0	0.5
7 sisma	SLU 7 sisma	1	1	-1		0		0	0	-0.5
8 sisma	SLU 8 sisma	1	1	-1		0		0	0	0.5

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0.75	0.75	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0.75	0.75	1	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0.75	0.75	1	0	0
7	SLE RA 7	1	1	1	1	0	0	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	1	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0	0	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0	0	0	0
13	SLE RA 13	1	1	0.75	0.75	1	0	0
14	SLE RA 14	1	1	0.75	0.75	1	0	0
15	SLE RA 15	1	1	0.75	0.75	1	0	0
16	SLE RA 16	1	1	0	0	1	0	0
17	SLE RA 17	1	1	0	0	1	0	0
18	SLE RA 18	1	1	0	0	1	0	0
19	SLE RA 19	1	1	0	1	0	0	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
20	SLE RA 20	1	1	0	1	0	0	0
21	SLE RA 21	1	1	0	1	0	0	0
22	SLE RA 22	1	1	0	0	0	0	0
23	SLE RA 23	1	1	0	0	0	0	0
24	SLE RA 24	1	1	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra da	Sisma destra da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE RA 1	0	0	0	0	0	0	-1
2	SLE RA 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE RA 3	0	0	0	0	0	0	1
4	SLE RA 4	0	1	0	0	0.75	0.75	-1
5	SLE RA 5	0	1	0	0	0.75	0.75	1
6	SLE RA 6	0	1	0	0	0.75	0.75	-0.6
7	SLE RA 7	1	1	0	0	1	1	-0.6
8	SLE RA 8	1	1	0	0	1	1	0
9	SLE RA 9	1	1	0	0	1	1	0.6
10	SLE RA 10	1	0	0	0	0	0	0.6
11	SLE RA 11	1	0	0	0	0	0	-0.6
12	SLE RA 12	1	0	0	0	0	0	0
13	SLE RA 13	0	1	0	0	0	0.75	-1
14	SLE RA 14	0	1	0	0	0	0.75	1
15	SLE RA 15	0	1	0	0	0	0.75	-0.6
16	SLE RA 16	0	1	0	0	0.75	0	-1
17	SLE RA 17	0	1	0	0	0.75	0	1
18	SLE RA 18	0	1	0	0	0.75	0	-0.6
19	SLE RA 19	1	0	0	0	0	1	0.6
20	SLE RA 20	1	0	0	0	0	1	-0.6
21	SLE RA 21	1	0	0	0	0	1	0
22	SLE RA 22	1	1	0	0	1	0	-0.6
23	SLE RA 23	1	1	0	0	1	0	0
24	SLE RA 24	1	1	0	0	1	0	0.6

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.75	0	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0.75	0.75	0.75	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra da	Sisma destra da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE FR 1	0	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE FR 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE FR 3	0	0	0	0	0	0	0.5
4	SLE FR 4	0	1	0	0	0	0.75	0
5	SLE FR 5	1	0	0	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0	0.75	0.75	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra da	Sisma destra da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE QP 1	0	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE QP 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	0	0	0	0	0	0	0.5

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico sinistra	Sovraccarico variabile traffico destra	Frenatura	Spinta sismica terreno sinistra	Spinta sismica terreno destra
1	SLE EX 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE EX 2	1	1	0	0	0	0	0
3	SLE EX 3	1	1	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	Spinta terreno sinistra	Spinta terreno destra	Sisma sinistra da	Sisma destra da	Variabile soletta inferiore	Variabile soletta superiore	ΔT
1	SLE EX 1	0	0	0	0	0	0	-0.5
2	SLE EX 2	0	0	0	0	0	0	0
3	SLE EX 3	0	0	0	0	0	0	0.5

2.2.5 Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.
Valori: valori associati alle condizioni di carico.
Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.
Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.
Fx i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]
Fx f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [kN/m]
Fy i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]
Fy f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [kN/m]
Fz i.: valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]
Fz f.: valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [kN/m]
Mx i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]
Mx f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [kN]
My i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]
My f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [kN]
Mz i.: valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]
Mz f.: valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [kN]

Nome	Valori												
	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
	Descrizione												
COPERTURA	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
	Sovraccarico variabile traffico sinistra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sovraccarico variabile traffico destra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Frenatura	5.1	5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno sinistra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno destra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta terreno sinistra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spinta terreno destra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sisma da sinistra	20	20	0	0	-10	-10	0	0	0	0	0	0
	Sisma da destra	-20	-20	0	0	-10	-10	0	0	0	0	0	0
	Variabile soletta inferiore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variabile soletta superiore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.6 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: valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [kN/m²]
Cp vento: valore del coefficiente di pressione Cp, nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.
Tipo: tipo di carico.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
	Descrizione			
Copertura	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	66.1		Verticale
	Sovraccarico variabile traffico sinistra	0		Verticale
	Sovraccarico variabile traffico destra	0		Verticale
	Frenatura	0		Verticale
	Spinta sismica terreno sinistra	0		Verticale
	Spinta sismica terreno destra	0		Verticale
	Spinta terreno sinistra	0		Verticale
	Spinta terreno destra	0		Verticale
	Sisma da sinistra	0		Verticale
	Sisma da destra	0		Verticale
	Variabile soletta inferiore	0		Verticale
	Variabile soletta superiore	37.08		Verticale
Soletta inferiore	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
	Sovraccarico variabile traffico sinistra	0		Verticale
	Sovraccarico variabile traffico destra	0		Verticale
	Frenatura	0		Verticale
	Spinta sismica terreno sinistra	0		Verticale
	Spinta sismica terreno destra	0		Verticale
	Spinta terreno sinistra	0		Verticale

Nome	Valori		Cp vento	Tipo
	Condizione	Valore		
	Descrizione			
	Spinta terreno destra	0		Verticale
	Sisma da sinistra	0		Verticale
	Sisma da destra	0		Verticale
	Variabile inferiore soletta	5		Verticale
	Variabile superiore soletta	0		Verticale

2.2.7 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
TEMPERATURA	15	15

2.2.8 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				
Spinte pareti DX	Pesi strutturali	0	2.4	0	0
	Permanenti portati	0	2.4	0	0
	Sovraccarico variabile traffico sinistra	0	2.4	0	0
	Sovraccarico variabile traffico destra	15.81	2.4	15.81	0
	Frenatura	0	0	0	0
	Spinta sismica terreno sinistra	0	2.4	0	0
	Spinta sismica terreno destra	17.1	2.4	17.1	0
	Spinta terreno sinistra	0	2.4	0	0
	Spinta terreno destra	18.42	2.4	39.83	0
	Sisma da sinistra	0	2.4	0	0
	Sisma da destra	2.64	2.4	2.64	0
	Variabile inferiore soletta	0	2.4	0	0
	Variabile superiore soletta	0	2.4	0	0
	Spinte pareti SX	Pesi strutturali	0	2.4	0
Permanenti portati		0	2.4	0	0
Sovraccarico variabile traffico sinistra		15.81	2.4	15.81	0
Sovraccarico variabile traffico destra		0	2.4	0	0
Frenatura		0	0	0	0
Spinta sismica terreno sinistra		17.1	2.4	17.1	0
Spinta sismica terreno destra		0	2.4	0	0
Spinta terreno sinistra		18.42	2.4	39.83	0
Spinta terreno destra		0	2.4	0	0
Sisma da sinistra		2.64	2.4	2.64	0
Sisma da destra		0	2.4	0	0
Variabile inferiore soletta		0	2.4	0	0
Variabile superiore soletta		0	2.4	0	0

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	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

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

2.4 Elementi di input

2.4.1 Piastre C.A.

2.4.1.1 Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]
Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]
Punti: punti di definizione in pianta.
I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.
X: coordinata X. [m]
Y: coordinata Y. [m]
Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]
Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.
Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".
Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".
ΔT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".
Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.
S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.
P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]
Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.
Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	ΔT	Sovr.	S.Z.	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	0.4	1	-3.738	3.287	0	C32/40_1	Soletta inferiore			0	No	10		
		2	-1.338	3.287										
		3	-1.338	4.287										
		4	-3.738	4.287										
L2	0.4	1	-3.738	4.287	0	C32/40_1	Copertura	TEMPERATURA	0	No	10			
		2	-3.738	3.287										
		3	-1.338	3.287										
		4	-1.338	4.287										

2.4.2 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

Angolo pendio: angolo del pendio rispetto l'orizzontale; il valore deve essere positivo per opere in sommità di un pendio mentre deve essere negativo per opere al piede di un pendio. [deg]

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m²]

Descrizione breve	Stratigrafia			Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica				
FS1	Piu' vicino in sito	0		0	44000	1000	0.1

2.4.3 Pareti C.A.

Tr.: riferimento al troncò indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

ΔT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z.: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	ΔT	Sovr.	S.Z.	Aperture
			X	Y	X	Y						
T1	0.4	Centro	-1.338	4.287	-1.338	3.287	C32/40_1	Spinte_pareti DX		0	No	
T1	0.4	Centro	-3.738	3.287	-3.738	4.287	C32/40_1	Spinte_pareti SX		0	No	

2.4.4 Carichi lineari

2.4.4.1 Carichi lineari di piano

Carico: riferimento alla definizione di un carico lineare.

Livello: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Carico	Livello	Punto i.		Punto f.		Estr.
		X	Y	X	Y	
COPERTURA	Piano 1	-1.338	3.787	-3.738	3.787	0

3 Verifiche

3.1 Verifiche pareti C.A.

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.
Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]
Spessore: spessore del livello. [m]
Descrizione: descrizione della sezione di verifica.
Dir.: direzione della sezione di verifica.
Base: base della sezione. [m]
Altezza: altezza della sezione. [m]
As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]
As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]
c,sup: copriferro medio superiore. [m]
c,inf: copriferro medio inferiore. [m]
Comb.: combinazione di verifica.
MEd: momento agente. [kN*m]
NEd: sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]
MRd: momento resistente. [kN*m]
NRd: sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]
c.s.: coefficiente di sicurezza.
Verifica: stato di verifica.
d: altezza utile. [m]
bw: minima larghezza anima. [m]
Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.
Asw/s: rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.
VEd: taglio agente. [kN]
Vrd,c: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]
Vrcd: valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]
Vrsd: valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]
VRd: resistenza a taglio. [kN]
cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.
Asl: area armatura longitudinale. [m²]
Sezione fessurata: sezione fessurata.
σc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]
σc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.
σf: tensione dell'armatura. [kN/m²]
σf limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]

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

Caratteristiche dei materiali
 Acciaio: B450C Fyk 450000
 Calcestruzzo: C32/40 1 Rck 40000
 Livelli significativi

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi
 Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
41 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
25 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
23 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
21 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
43 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
41 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
39 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
33 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
35 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.002199	0.002199	0.0927	0.0956
37 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.001257	0.000942	0.1036	0.0781
27 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
41 Prosp.A	Verticale	SLU 31	4.6796	90.98	32.0256	622.63	6.8436	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-19.4534	-42.77	-178.0607	-391.44	9.1532	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-38.9068	-85.53	-359.4482	-790.19	9.2387	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLU 1 sisma	-19.4534	-42.77	-181.3932	-398.76	9.3245	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-20.2704	-65.16	-209.044	-672.03	10.3128	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-40.5408	-130.33	-422.8272	-1359.29	10.4297	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	SLU 6 sisma	-20.2704	-65.16	-214.1353	-688.39	10.5639	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	6.7362	-5.21	145.9143	-112.9	21.6613	Si
35 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	13.4724	-10.42	294.5532	-227.91	21.8635	Si
37 Prosp.A	Orizzontale	SLU 63	6.7362	-5.21	148.6388	-115.01	22.0657	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
21 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	42.47	-	-	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	84.94	-	-	196.31	950.53	0	196.31	2.5	0.001885	2.3111	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	42.47	-	-	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
27 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	30.81	-	-	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
29 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	61.62	-	-	196.2	950.42	0	196.2	2.5	0.001885	3.184	Si
31 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	30.81	-	-	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 25	-	-	-	98.03	475.14	0	98.03	2.5	0.0009425	3.2665	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
41 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 25	-60.02	-85.58	-3.2565	196.05	950.27	0	196.05	2.5	0.001885	3.2665	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 25	-30.01	-42.79	-1.6282	98.03	475.14	0	98.03	2.5	0.0009425	3.2665	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 6 sisma	-23.82	-74.99	-8.423	101.91	479.16	0	101.91	2.5	0.0009425	4.2782	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
39 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-56.01	No	-1387	19920	15	14.3627	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-35.3904	-112.02	No	-1385	19920	15	14.3859	Si
43 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-56.01	No	-1382	19920	15	14.4091	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.9259	-56.51	No	-950	14940	15	15.7182	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-21.8519	-113.03	No	-949	14940	15	15.7458	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.9259	-56.51	No	-947	14940	15	15.7735	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-69.4	No	-1209	19920	15	16.4783	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-28.1195	-138.81	No	-1207	19920	15	16.5071	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-69.4	No	-1205	19920	15	16.5358	Si
27 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	-10.1282	-54.11	No	-889	14940	15	16.8148	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
43 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-52.24	No	7315	360000	15	49.2149	Si
41 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-35.3904	-104.49	No	7307	360000	15	49.2676	Si
39 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 10	-17.6952	-52.24	No	7299	360000	15	49.3202	Si
25 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-67.44	No	4136	360000	15	87.0409	Si
23 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-28.1195	-134.89	No	4133	360000	15	87.1051	Si
21 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 4	-14.0597	-67.44	No	4130	360000	15	87.1689	Si
37 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-11.5625	-56.06	No	3363	360000	15	107.0413	Si
35 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-23.1249	-112.11	No	3361	360000	15	107.1188	Si
33 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	-11.5625	-56.06	No	3358	360000	15	107.1958	Si
41 Prosp.A	Verticale	SLE RA 17	2.8202	59.63	No	3091	360000	15	116.4839	Si

Verifiche generali

Parete sx

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

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 1	2.4	0.4

Verifiche nei nodi

Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
40 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001005	0.001005	0.058	0.058
20 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
22 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
24 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
36 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
34 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
32 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
38 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1036
40 Prosp.A	Orizzontale	1	0.4	0.001885	0.002513	0.0781	0.1061
42 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086
30 Prosp.A	Orizzontale	0.5	0.4	0.000942	0.001257	0.0781	0.1086

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
40 Prosp.A	Verticale	SLU 72	-5.3102	92.2	-34.9622	607.03	6.5839	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	19.4534	-42.77	178.0607	-391.44	9.1532	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	38.9068	-85.53	359.4482	-790.19	9.2387	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLU 5 sisma	19.4534	-42.77	181.3932	-398.76	9.3245	Si
36 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-13.1763	1.98	-128.8743	19.37	9.7808	Si
34 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-26.3526	3.96	-260.1422	39.1	9.8716	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	SLU 71	-13.1763	1.98	-131.2788	19.73	9.9633	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	20.2704	-65.16	209.044	-672.03	10.3128	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	40.5408	-130.33	422.8272	-1359.29	10.4297	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLU 2 sisma	20.2704	-65.16	214.1353	-688.39	10.5639	Si

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
20 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 5 sisma	-42.47	-43.84	19.4534	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 5 sisma	84.94	-87.68	38.9068	196.31	950.53	0	196.31	2.5	0.001885	2.3111	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 5 sisma	42.47	-43.84	19.4534	98.15	475.27	0	98.15	2.5	0.0009425	2.3111	Si
26 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 5 sisma	30.81	-43.38	4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
28 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 5 sisma	61.62	-86.76	8.3706	196.2	950.42	0	196.2	2.5	0.001885	3.184	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
30 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 5	-30.81	-43.38	4.1853	98.1	475.21	0	98.1	2.5	0.0009425	3.184	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	30.89	-71.51	19.5141	101.49	478.72	0	101.49	2.5	0.0009425	3.2852	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	0.322	1	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	61.79	-143.02	39.0282	202.99	957.44	0	202.99	2.5	0.001885	3.2852	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 1 sisma	30.89	-71.51	19.5141	101.49	478.72	0	101.49	2.5	0.0009425	3.2852	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	0.322	0.5	Non necessaria	0	SLU 2 sisma	23.82	-74.99	8.423	101.91	479.16	0	101.91	2.5	0.0009425	4.2782	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.9259	-56.51	No	-950	14940	15	15.7182	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	21.8519	-113.03	No	-949	14940	15	15.7458	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.9259	-56.51	No	-947	14940	15	15.7735	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	14.4407	-75.82	No	-1261	19920	15	15.7962	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	28.8813	-151.63	No	-1259	19920	15	15.8241	Si
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 20	14.4407	-75.82	No	-1257	19920	15	15.8519	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-63.79	No	-1208	19920	15	16.4851	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	28.8475	-127.58	No	-1206	19920	15	16.5133	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-63.79	No	-1204	19920	15	16.5415	Si
30 Prosp.A	Orizzontale	SLE QP 1	10.1282	-54.11	No	-889	14940	15	16.8148	Si

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
20 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	15.977	-43.88	No	6817	360000	15	52.8097	Si
22 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	31.954	-87.77	No	6809	360000	15	52.8677	Si
24 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 11	15.977	-43.88	No	6802	360000	15	52.9255	Si
38 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-59.92	No	4842	360000	15	74.3449	Si
40 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	28.8475	-119.84	No	4838	360000	15	74.4104	Si
42 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 5	14.4237	-59.92	No	4834	360000	15	74.4756	Si
40 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	-2.505	58.96	No	2954	360000	15	121.8671	Si
32 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	9.7587	-47.04	No	2856	360000	15	126.0434	Si
34 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	19.5174	-94.08	No	2854	360000	15	126.1356	Si
36 Prosp.A	Orizzontale	SLE RA 16	9.7587	-47.04	No	2852	360000	15	126.2272	Si

Verifiche generali

3.2 Verifiche piastre C.A.

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]

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.

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

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

Ved: taglio agente. [kN]

Vrd: taglio resistente. [kN]

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

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

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

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

Asl: area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [m²]

oc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]

olim: tensione limite. [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

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

Soletta fondazione

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

Geometria

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 1 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 (-3.738; 3.287; 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

Piastrella di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica	
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	5	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica	
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	5	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
19	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	1	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
7	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	1	40.0264	0	99.7333	0	2.4917	Si
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU sisma	5	80.0528	0	200.2894	0	2.502	Si
13	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU sisma	1	80.0528	0	200.2894	0	2.502	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 100	-38.4167	0	-99.7333	0	2.5961	Si	
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 100	-38.4167	0	-99.7333	0	2.5961	Si	
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU 100	-76.8335	0	-	200.2894	0	2.6068	Si
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 114	-38.2192	0	-99.7333	0	2.6095	Si	

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
18	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 112	88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
3	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
12	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 112	177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
9	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 104	-177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 104	-177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	Si
6	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 112	88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
15	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 104	-88.51	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.0119	Si
13	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 112	177.02	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.0119	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
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 11	66.6502	0	-2130	19920	15	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	-2130	19920	15	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	-2130	19920	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 19	-58.4871	0	-1870	19920	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	-1870	19920	15	Si
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	-1870	19920	15	Si
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 3	-21.64	0	-1383	14940	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 3	-43.2799	0	-1383	14940	15	Si
10	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 3	-43.2799	0	-1383	14940	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 3	-21.64	0	-1383	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
8	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 11	66.6502	0	22370	360000	15	Si
2	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	22370	360000	15	Si
14	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 11	33.3251	0	22370	360000	15	Si
11	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 19	-58.4871	0	19630	360000	15	Si
5	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	19630	360000	15	Si
17	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 19	-29.2435	0	19630	360000	15	Si
4	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-28.1355	0	18886	360000	15	Si
10	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 5	-56.271	0	18886	360000	15	Si
16	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-28.1355	0	18886	360000	15	Si
19	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 4	27.1934	0	18254	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Soletta superiore

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

Geometria

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C32/40 1 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 (-3.738; 3.287; 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	
62	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	6	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	2	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
57	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	2	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU sisma	6	-35.2918	0	-99.7333	0	2.826	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica	
50	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU sisma 2	-70.5835	0	-	200.2894	0	2.8376	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLU sisma 6	-70.5835	0	-	200.2894	0	2.8376	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 112	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si	
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 104	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si	
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 104	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si	
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLU 112	33.9265	0	99.7333	0	2.9397	Si	

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
58	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
61	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 106	-80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
51	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 114	161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
50	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 114	161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
57	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
55	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 106	-161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	0	0	SLU 106	-161.94	0	179.12	179.12	0	992.57	2.5	0.0015708	1.1061	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 106	-80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	Si
45	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	0	0	SLU 114	80.97	0	89.56	89.56	0	496.28	2.5	0.0007854	1.1061	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
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	-1639	19920	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	51.2605	0	-1639	19920	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	-1639	19920	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 1	37.7218	0	-1206	14940	15	Si
54	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE QP 1	37.7218	0	-1206	14940	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE QP 1	18.8609	0	-1206	14940	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	-1568	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
59	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	17204	360000	15	Si
52	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	51.2605	0	17204	360000	15	Si
46	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	25.6302	0	17204	360000	15	Si
60	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	16466	360000	15	Si
54	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 20	49.0609	0	16466	360000	15	Si
47	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 20	24.5304	0	16466	360000	15	Si
62	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 10	-23.9499	0	16076	360000	15	Si
56	Y	1	0.4	0.001571	0.06	0.001571	0.06	SLE RA 10	-47.8998	0	16076	360000	15	Si
49	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 10	-23.9499	0	16076	360000	15	Si
44	Y	0.5	0.4	0.000785	0.06	0.000785	0.06	SLE RA 5	-20.2404	0	13586	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

18.4 MURI D'ALA

1 Dati generali DB

1.1 Materiali

1.1.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

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

MANDATARIA



MANDANTE



GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP



ICARIA
società di ingegneria

126 di 135

RELAZIONE DI CALCOLO

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]
v: 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	v	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.

Fonte: origine dei dati dell'elemento.

Fyk: resistenza caratteristica. [kN/m²]

σamm.: 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]

v: 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.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

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

2 Dati di definizione
2.1 Preferenze commessa
2.1.1 Preferenze di normativa
Analisi
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn 50
Classe d'uso IV
Tipo di analisi Non sismica
Località Perugia, Spoleto, Colle Campanaro; Latitudine ED50 42.7199° (42° 43' 12''); Longitudine ED50 12.6336° (12° 38' 1''); Altitudine s.l.m. 382.44 m.
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali) 2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali) 1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta 1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta 1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione 1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione 1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali 1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate 1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali) 1.15
Eseguì verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7 Si
Verifiche C.A.
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ys (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio) 1.15
yc (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo) 1.5
Limite oc/fck in combinazione rara 0.6
Limite oc/fck in combinazione quasi permanente 0.45
Limite of/fyk in combinazione rara 0.8
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza 0.7
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4 0.0002 [m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4 0.0003 [m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4 0.0004 [m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q No
Coprifermo secondo EC2 No
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche 0.85
acc elementi esistenti 0.85
Verifiche legno
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
yM combinazioni fondamentali massiccio 1.5
yM combinazioni fondamentali lamellare 1.45
yM combinazioni fondamentali unioni 1.5
yM combinazioni eccezionali 1
yM combinazioni esercizio 1
Kmod durata istantaneo, classe 1 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3 0.9
Kmod durata breve, classe 1 0.9
Kmod durata breve, classe 2 0.9
Kmod durata breve, classe 3 0.7
Kmod durata media, classe 1 0.8
Kmod durata media, classe 2 0.8
Kmod durata media, classe 3 0.65
Kmod durata lunga, classe 1 0.7
Kmod durata lunga, classe 2 0.7
Kmod durata lunga, classe 3 0.55
Kmod durata permanente, classe 1 0.6
Kmod durata permanente, classe 2 0.6
Kmod durata permanente, classe 3 0.5
Kdef classe 1 0.6
Kdef classe 2 0.8
Kdef classe 3 2
Verifiche acciaio
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym0 1.05
ym1 1.05
ym2 1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale 0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr automatico
Coefficienti α , β per flessione deviata unitari
Verifica semplificata conservativa si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi 500
Metodo semplificato formula (4.2.82) si
Escludi § 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5 si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2 si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4 no
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne 0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne 0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q no
Verifiche alluminio
Normativa D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym1 1.15
ym2 1.25
Verifiche pannelli gessofibra
Normativa EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014; ETA-03/0050;
ETA-07/0086; ETA-08/0147
a 7
b -0.7
c 0.9
Kmod durata istantaneo, classe 1 1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2 0.8
Kmod durata breve, classe 1 0.8
Kmod durata breve, classe 2 0.6
Kmod durata media, classe 1 0.6
Kmod durata media, classe 2 0.45
Kmod durata lunga, classe 1 0.4
Kmod durata lunga, classe 2 0.3
Kmod durata permanente, classe 1 0.2
Kmod durata permanente, classe 2 0.15
2.1.2 Preferenze FEM
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default) 0.4 [m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default) 0.4 [m]

Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default) 0.4 [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
 Metodo di risoluzione della matrice Intel MKL PARDISO
 Scrivi commenti nel file di input No
 Scrivi file di output in formato testo No
 Solidi colle e corpi ruvidi (default) Solidi reali
 Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione 1
 Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare Equilibrio elastico
 Numero di modi di vibrare da ricercare 20
 Algoritmo di analisi modale Proiezione nel sottospazio totale
 Algoritmo di combinazione modale CQC
 2.1.3 Moltiplicatori inerziali
 Tipologia: tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.
 J2: moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.
 J3: moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.
 Jt: moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.
 A: moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.
 A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.
 A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.
 Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

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

2.1.4 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo Secante
 Tolleranza iterazione 0.00001
 Numero massimo iterazioni 50
 2.1.5 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]

2.1.6 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base no
 Fondazioni bloccate orizzontalmente no
 Considera peso sismico delle fondazioni si
 Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico no
 Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default) 30000 [kN/m³]
 Rapporto coefficiente di sottofondo orizzontale/verticale 0.5
 Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default) 1000 [kN/m²]
 Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default) 0.1 [kN/m²]
 Metodo di calcolo della K verticale Vesic
 Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite Vesic
 Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default) Ghiaia
 Dimensione massima della discretizzazione del palo (default) 2 [m]
 Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali 1
 Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali 1
 K punta palo (default) 40000 [kN/m²]
 Pressione limite punta palo (default) 1000 [kN/m²]
 Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali 600 [kN/m²]
 Calcola cedimenti fondazioni superficiali no
 Spessore massimo strato 1 [m]
 Profondità massima 30 [m]
 Cedimento assoluto ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento differenziale ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento relativo ammissibile 0.05 [m]
 Rapporto di inflessione F/L ammissibile 0.003333
 Rotazione rigida ammissibile 0.191 [deg]
 Rotazione assoluta ammissibile 0.191 [deg]
 Distorsione positiva ammissibile 0.191 [deg]
 Distorsione negativa ammissibile 0.095 [deg]
 Considera fondazioni compensate no
 Coefficiente di riduzione della Max attesa 0.3
 Condizione per la valutazione della spinta su pareti Lungo termine
 Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico no
 Calcola cedimenti teorici pali no
 Considera accorciamento del palo si
 Distanza influenza cedimento palo 10 [m]
 Distribuzione attrito laterale Attrito laterale uniforme
 Ripartizione del carico Ripartizione come da modello FEM
 Scelta terreno laterale Media pesata degli strati coinvolti
 Scelta terreno punta Media pesata degli strati coinvolti
 Cedimento assoluto ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento medio ammissibile 0.05 [m]
 Cedimento differenziale ammissibile 0.05 [m]
 Rotazione rigida ammissibile 0.191 [deg]

Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento si
 Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti no
 Eseguì verifica a liquefazione no
 Metodo di verifica liquefazione Seed-Idriss (1982)
 Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione 1.3
 Magnitudo scaling factor per liquefazione 1
 2.1.7 Preferenze progetto muratura
 Forza minima aggancio al piano (default) 0 [kN/m]
 Denominatore per momento ortogonale (default) 8
 Minima resistenza trazione travi (default) 300 [kN]
 Angolo cuneo verifica ribaltamento (default) 30 [deg]
 Considera d = 0.8 * h nei maschi senza fibre compresse No
 Verifica pressoflessione deviata No
 Considera effetto piastra in presenza di irrigidimenti Si
 N = 0 per verifica fessurazione diagonale elementi esistenti in D.M. 17-01-2018 Si
 Resistenza a pressoflessione FRCM Secondo CNR-DT 215
 Considera rinforzi FRP/FRCM anche per combinazioni non sismiche No
 Schema eccentricità di carico solaio Triangolare
 2.2 Azioni e carichi
 2.2.1 Azione del vento
 Zona Zona 3
 Rugosità Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
 Categoria esposizione V
 Vb 27 [m/s]
 Tr 0.5 [m/s]
 Ct 0.01 [m/s]
 qr 0.456 [kN/m²]
 Quota piano campagna 0 [m]
 2.2.2 Azione della neve
 Zona Zona II
 Classe topografica Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi
 Ce 1
 Ct 1
 Tr 50
 qsk 1.39 [kN/m²]
 2.2.3 Condizioni elementari di carico
Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.
Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.
Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).
ψ0: coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.
ψ1: coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.
ψ2: coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.
Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Sovraccarico variabile traffico	Sovraccarico variabile traffico	Media	0.75	0.75	0	
Spinta sismica terreno	Spinta sismica terreno	Media	0	0	0	
Spinta terreno	Spinta terreno	Permanente	1	1	1	
Sisma da destra	Sisma da destra	Media	0	0	0	
AT	AT	Media	0.6	0.5	0	Si

2.2.4 Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Sovraccarico variabile traffico : Sovraccarico variabile traffico

Spinta sismica terreno : Spinta sismica terreno

Spinta terreno : Spinta terreno

Sisma da destra : Sisma da destra

AT: AT

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta sismica terreno	Spinta terreno	Sisma da destra	AT
1	SLU 1	0	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0	0	0	1	0	-1.5
3	SLU 3	1	0	0	0	1	0	1.5
4	SLU 4	1	0	1.35	0	1	0	-1.5
5	SLU 5	1	0	1.35	0	1	0	1.5
6	SLU 6	1	0	1.35	0	1	0	-0.9
7	SLU 7	1	0	1.35	0	1	0	0
8	SLU 8	1	0	1.35	0	1	0	0.9
9	SLU 9	1	0	1.35	0	1.35	0	-1.5
10	SLU 10	1	0	1.35	0	1.35	0	1.5
11	SLU 11	1	0	1.35	0	1.35	0	-0.9
12	SLU 12	1	0	1.35	0	1.35	0	0
13	SLU 13	1	0	1.35	0	1.35	0	0.9
14	SLU 14	1	1.5	1.35	0	1	0	-1.5
15	SLU 15	1	1.5	1.35	0	1	0	1.5
16	SLU 16	1	1.5	1.35	0	1	0	-0.9
17	SLU 17	1	1.5	1.35	0	1	0	0
18	SLU 18	1	1.5	1.35	0	1	0	0.9
19	SLU 19	1	1.5	1.35	0	1.35	0	-1.5
20	SLU 20	1	1.5	1.35	0	1.35	0	1.5
21	SLU 21	1	1.5	1.35	0	1.35	0	-0.9
22	SLU 22	1	1.5	1.35	0	1.35	0	0
23	SLU 23	1	1.5	1.35	0	1.35	0	0.9
24	SLU 24	1.35	0	1.35	0	1	0	-1.5
25	SLU 25	1.35	0	1.35	0	1	0	1.5
26	SLU 26	1.35	0	1.35	0	1	0	-0.9
27	SLU 27	1.35	0	1.35	0	1	0	0
28	SLU 28	1.35	0	1.35	0	1	0	0.9
29	SLU 29	1.35	0	1.35	0	1.35	0	-1.5
30	SLU 30	1.35	0	1.35	0	1.35	0	1.5
31	SLU 31	1.35	0	1.35	0	1.35	0	-0.9
32	SLU 32	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0
33	SLU 33	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0.9
34	SLU 34	1.35	1.5	1.35	0	1	0	-1.5

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta terreno	sismica	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
35	SLU 35	1.35	1.5	1.35	0	1	0	1.5	1.5
36	SLU 36	1.35	1.5	1.35	0	1	0	-0.9	-0.9
37	SLU 37	1.35	1.5	1.35	0	1	0	0	0
38	SLU 38	1.35	1.5	1.35	0	1	0	0.9	0.9
39	SLU 39	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	-1.5	-1.5
40	SLU 40	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	1.5	1.5
41	SLU 41	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	-0.9	-0.9
42	SLU 42	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	0	0
43	SLU 43	1.35	1.5	1.35	0	1.35	0	0.9	0.9
1 sisma	SLU 1 sisma	1	1	0	1	1	1	-0.5	-0.5
2 sisma	SLU 2 sisma	1	1	0	1	1	1	0.5	0.5

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta terreno	sismica	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	1	0	1	0	-1	-1
2	SLE RA 2	1	1	1	0	1	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	1	0	1	0	1	1
4	SLE RA 4	1	1	1	0	1	0	0.6	0.6
5	SLE RA 5	1	1	1	0	1	0	-0.6	-0.6

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta terreno	sismica	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0.75	0	1	0	-1	-1
2	SLE FR 2	1	1	0.75	0	1	0	0	0
3	SLE FR 3	1	1	0.75	0	1	0	1	1
4	SLE FR 4	1	1	0.75	0	1	0	0.6	0.6
5	SLE FR 5	1	1	0.75	0	1	0	-0.6	-0.6

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta terreno	sismica	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	-0.5	-0.5
2	SLE QP 2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	SLE QP 3	1	1	0	0	0	0	0.5	0.5

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Sovraccarico variabile traffico	Spinta terreno	sismica	Spinta terreno	Sisma da destra	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	1	0	1	0	-1	-1
2	SLE RA 2	1	1	1	0	1	0	0	0
3	SLE RA 3	1	1	1	0	1	0	1	1
4	SLE RA 4	1	1	1	0	1	0	0.6	0.6
5	SLE RA 5	1	1	1	0	1	0	-0.6	-0.6

2.2.5 Definizioni di carichi lineari

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nome	Valori	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
PARAPETTO		Pesi strutturali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Permanenti portati	0	0	0	0	-0.2	-0.2	0	0	0	0	0	0
		Sovraccarico variabile traffico	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
		Spinta terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sisma da destra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2.6 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: valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [kN/m²]

Cp vento: valore del coefficiente di pressione Cp, nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.

Tipo: tipo di carico.

Nome	Valori	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
Fondazione		Pesi strutturali	0		Verticale
		Permanenti portati	73.3		Verticale
		Sovraccarico variabile traffico	0		Verticale
		Spinta sismica terreno	0		Verticale
		Spinta terreno	0		Verticale
		Sisma da destra	0		Verticale

2.2.7 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
TEMPERATURA esposte	15	15
TEMPERATURA protette	10	10

2.2.8 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	Quota i.	Valore f.	Quota f.
Condizione	Descrizione	Valore i.	Quota i.	Quota f.
Spinte pareti DX	Pesi strutturali	0	3.2	0
	Permanenti portati	0	3.2	0
	Sovraccarico variabile traffico	18.29	3.2	18.29
	Spinta sismica terreno	18.5	3.2	18.5
	Spinta terreno	8.83	3.2	34.93
	Sisma da destra	2.64	3.2	2.64

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	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 2	2.4	0
L3	Piano 1	3.2	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 2 - Piano 1	Piano 2	Piano 1

2.4 Elementi di input

2.4.1 Piastre C.A.

2.4.1.1 Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

AT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]

Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	AT	Sovr.	S.Z	F.sup.	Fond.	Fori	
		I.	X	Y											
L1	0.4	1	-2.12	1.748	0	C32/40	Fondazione		TEMPERATURA protette	0	No	10			
		2	-4.12	1.748											
		3	-4.12	-0.652											
		4	-2.12	-0.652											
L1	0.4	1	2.68	-0.652	0	C32/40	Fondazione		TEMPERATURA protette	0	No	10			
		2	2.68	1.748											
		3	0.68	1.748											
		4	0.68	-0.652											

2.4.2 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

Angolo pendio: angolo del pendio rispetto l'orizzontale; il valore deve essere positivo per opere in sommità di un pendio mentre deve essere negativo per opere al piede di un pendio. [deg]

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m²]

Descrizione breve	Stratigrafia	Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica			
FS1	Piu' vicino in sito	0		30000	1000

2.4.3 Pareti C.A.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

AT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	AT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T1	0.4	Centro	0.68	-0.452	2.68	-0.452	C32/40	Spinte_pareti DX	TEMPERATURA_esposte	0	No	
T1	0.4	Centro	-4.12	-0.452	-2.12	-0.452	C32/40	Spinte_pareti DX	TEMPERATURA_esposte	0	No	
T2	0.4	Centro	-2.12	-0.452	0.68	-0.452	C32/40	Spinte_pareti DX	TEMPERATURA_esposte	0	No	

2.4.4 Carichi lineari

2.4.4.1 Carichi lineari di piano

Carico: riferimento alla definizione di un carico lineare.

Livello: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Carico	Livello	Punto i.		Punto f.		Estr.
		X	Y	X	Y	
PARAPETTO	Piano 1	-4.12	-0.452	2.68	-0.452	0

2.4.5 Vincoli

2.4.5.1 Vincoli di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Ux: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Uy: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Uz: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Rx: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Ry: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Rz: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Livello	Punto		Estr.	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
	X	Y							
L1	0.68	1.748	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	0.68	0.148	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	0.148	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	0.68	0.548	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	0.548	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	0.68	0.948	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	0.948	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	0.68	1.348	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	1.348	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	0.68	-0.252	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	1.748	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L1	-2.12	-0.252	0	Libero	Libero	Libero	Libero	Bloccato	Libero
L2	0.28	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	-0.12	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	-0.52	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	-0.92	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	-1.32	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	-1.72	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Libero
L2	0.68	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato
L2	-2.12	-0.452	0	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato	Libero	Bloccato

2.4.5.2 Vincoli a quota generica

Q.: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto: punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Ux: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Uy: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Uz: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN/m]

Rx: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Ry: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Rz: limitazione al GDL oppure rigidezza della molla elastica-lineare. [kN*m/deg]

Q.	Punto		Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
	X	Y						
0	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
0	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
0.4	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
0.4	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
0.8	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
0.8	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
1.2	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
1.2	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
1.6	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
1.6	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
Z	-2.12	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato
Z	0.68	-0.452	Libero	Bloccato	Libero	Libero	Libero	Bloccato

3 Verifiche

3.1 Verifiche pareti C.A.

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

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

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

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione: descrizione della sezione di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

As,sup: area di acciaio efficace superiore. [m²]

As,inf: area di acciaio efficace inferiore. [m²]

c,sup: copriferro medio superiore. [m]

c,inf: copriferro medio inferiore. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

MEd: momento agente. [kN*m]

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

MRd: momento resistente. [kN*m]

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

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

d: altezza utile. [m]

bw: minima larghezza anima. [m]

Armatura a taglio: necessità di armatura a taglio.

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

VEd: taglio agente. [kN]

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

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

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

VRd: resistenza a taglio. [kN]

cotg(θ): cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.
Asl: area armatura longitudinale. [m²]
Sezione fessurata: sezione fessurata.
oc: tensione del calcestruzzo. [kN/m²]
oc limite: tensione limite del calcestruzzo. [kN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.
of: tensione dell'armatura. [kN/m²]
of limite: tensione limite dell'armatura. [kN/m²]

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

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

Descrizione Breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.4
L2	Piano 2	2.4	0
L3	Piano 1	3.2	0

Verifiche nei nodi
Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
175 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
168 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
142 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
143 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
154 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
155 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
130 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
131 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
167 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
166 Prosp.A	Verticale	1	0.4	0.001571	0.001571	0.06	0.06
193 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
186 Prosp.A	Verticale	0.8	0.4	0.001571	0.001257	0.06	0.06
206 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06
199 Prosp.A	Verticale	0.5	0.4	0.000942	0.000785	0.06	0.06

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

Descrizione	Dir.	Comb.	Med	NEd	MEd	NRd	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLU 39	41.6078	19.97	111.0397	53.3	2.6687	SI
168 Prosp.A	Verticale	SLU 39	41.6026	19.97	111.0397	53.31	2.6691	SI
142 Prosp.A	Verticale	SLU 40	60.783	2.64	201.1896	8.73	3.31	SI
143 Prosp.A	Verticale	SLU 40	60.7803	2.64	201.1896	8.73	3.3101	SI
154 Prosp.A	Verticale	SLU 39	57.9841	16.53	194.3567	55.42	3.3519	SI
155 Prosp.A	Verticale	SLU 39	57.9832	16.53	194.3567	55.41	3.3519	SI
130 Prosp.A	Verticale	SLU 40	56.4663	21.36	191.8452	72.57	3.3975	SI
131 Prosp.A	Verticale	SLU 40	56.4627	21.36	191.8452	72.57	3.3977	SI
167 Prosp.A	Verticale	SLU 39	54.5674	27.8	188.4156	95.97	3.4529	SI
166 Prosp.A	Verticale	SLU 39	54.567	27.8	188.4156	95.98	3.4529	SI

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

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VED	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrsd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
106 Prosp.A	Verticale	0.34	0.805	Non necessaria	0	SLU 40	130.38	-31.6	31.1736	147.92	803.15	0	147.92	2.5	0.0012566	1.1345	SI
107 Prosp.A	Verticale	0.34	0.805	Non necessaria	0	SLU 40	-130.32	-31.6	31.1807	147.92	803.15	0	147.92	2.5	0.0012566	1.1351	SI
118 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	145.76	-19.06	45.4258	181.55	995.08	0	181.55	2.5	0.0015708	1.2456	SI
119 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	-145.7	-19.07	45.4293	181.55	995.08	0	181.55	2.5	0.0015708	1.2461	SI
175 Prosp.A	Orizzontale	0.314	0.5	Non necessaria	0	SLU 29	-71.75	-7.86	20.3122	92.79	459.5	0	92.79	2.5	0.0009425	1.2932	SI
168 Prosp.A	Orizzontale	0.314	0.5	Non necessaria	0	SLU 29	-71.74	-7.86	20.3061	92.79	459.5	0	92.79	2.5	0.0009425	1.2934	SI
155 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	-138.02	16.53	57.9832	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.2978	SI
154 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	138.01	16.53	57.9841	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.2979	SI
167 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	-128.13	27.41	46.6592	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.3979	SI
166 Prosp.A	Verticale	0.34	1	Non necessaria	0	SLU 39	128.12	27.42	46.6579	179.12	992.57	0	179.12	2.5	0.0015708	1.3981	SI

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

Descrizione	Dir.	Comb.	Med	NEd	Sezione fessurata	oc	oc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	30.7453	-24.16	No	-2061	19920	15	9.6674	SI
168 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	30.7415	-24.16	No	-2060	19920	15	9.6686	SI
193 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	40.4004	-0.16	No	-1600	19920	15	12.4483	SI
186 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	40.3954	-0.16	No	-1600	19920	15	12.4498	SI
142 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	44.7681	-3.29	No	-1438	19920	15	13.8492	SI
143 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	44.7662	-3.29	No	-1438	19920	15	13.8498	SI
154 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	43.4186	-21.41	No	-1436	19920	15	13.8745	SI
155 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	43.418	-21.41	No	-1436	19920	15	13.8747	SI
167 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.3946	-37.14	No	-1374	19920	15	14.4951	SI
166 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.3943	-37.14	No	-1374	19920	15	14.4953	SI

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

Descrizione	Dir.	Comb.	Med	NEd	Sezione fessurata	of	of limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
175 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	30.8157	12.74	No	21009	360000	15	17.1358	SI
168 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	30.8119	12.74	No	21006	360000	15	17.1378	SI
193 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.3068	1.61	No	16457	360000	15	21.875	SI
186 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	40.3019	1.61	No	16455	360000	15	21.8778	SI
142 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	45.0094	1.68	No	15163	360000	15	23.7426	SI
143 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	45.0074	1.68	No	15162	360000	15	23.7436	SI
206 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	19.5782	31.97	No	14909	360000	15	24.1458	SI
199 Prosp.A	Verticale	SLE RA 3	19.5758	31.96	No	14908	360000	15	24.1486	SI
154 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	42.9511	10.16	No	14756	360000	15	24.3964	SI
155 Prosp.A	Verticale	SLE RA 1	42.9504	10.16	No	14756	360000	15	24.3969	SI

Verifiche generali

3.2 Verifiche piastre C.A.
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. [kNm]
N: sforzo normale. [kN]
Mu: momento flettente ultimo. [kNm]
Nu: sforzo normale ultimo. [kN]
c.s.: coefficiente di sicurezza.
Verifica: stato di verifica.
A. st.: area staffe su interasse. [m]
A. sag.: area sagomati su interasse. [m]
Ved: taglio agente. [kN]
Vrd: taglio resistente. [kN]
Vrds: resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]
Vrscd: resistenza di calcolo a taglio trazione. [kN]
Vrscd: resistenza di calcolo a taglio compressione. [kN]
cotgθ: cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.
Asl: area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [m²]
oc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]
olim: tensione limite. [kN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogeneizzazione.
oF: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]

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

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 (-4.12; -0.652; 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

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLU 34	47.1623	0	97.0126	0	2.057	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLU 34	47.1591	0	97.0126	0	2.0571	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 39	77.2082	0	175.7229	0	2.276	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 39	77.2046	0	175.7229	0	2.2761	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 42	71.2918	0	198.4943	0	2.7843	Si
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 42	71.291	0	198.4943	0	2.7843	Si
11	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 40	60.9089	0	198.4943	0	3.2589	Si
4	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLU 40	60.9059	0	198.4943	0	3.259	Si
12	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 35	47.5138	0	175.7229	0	3.6984	Si
3	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLU 35	47.511	0	175.7229	0	3.6986	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrds	Vrscd	Vrscd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 34	-56.89	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.532	Si
31	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 34	-56.89	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.532	Si
6	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 34	-56.89	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5321	Si
32	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	0	0	SLU 34	-56.89	0	87.16	87.16	0	467.09	2.5	0.0007854	1.5321	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 39	-82.75	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.8961	Si
30	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 39	-82.75	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.8961	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 39	-82.75	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.8961	Si
33	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	0	0	SLU 39	-82.75	0	156.89	156.89	0	840.76	2.5	0.0014137	1.8961	Si
34	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 39	-66.78	0	174.32	174.32	0	934.18	2.5	0.0015708	2.6103	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	0	0	SLU 39	-66.78	0	174.32	174.32	0	934.18	2.5	0.0015708	2.6103	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 1	32.2534	0	-2146	14940	15	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE QP 1	32.2534	0	-2146	14940	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE QP 1	50.9538	0	-1883	14940	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE QP 1	50.9538	0	-1883	14940	15	Si
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.3439	0	-2285	19920	15	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.3411	0	-2285	19920	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.6752	0	-2095	19920	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.6726	0	-2095	19920	15	Si
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 2	45.2315	0	-1505	14940	15	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE QP 2	45.2315	0	-1505	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oF	olim	Es/Ec	Verifica
7	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.3439	0	20565	360000	15	Si
8	X	0.5	0.4	0.000785	0.08	0.000785	0.08	SLE RA 1	34.3411	0	20564	360000	15	Si
6	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.6752	0	18854	360000	15	Si
9	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 1	56.6726	0	18853	360000	15	Si
10	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 2	52.777	0	15802	360000	15	Si
5	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 2	52.7764	0	15802	360000	15	Si
11	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 3	44.7857	0	13409	360000	15	Si
4	X	1	0.4	0.001571	0.08	0.001571	0.08	SLE RA 3	44.7835	0	13408	360000	15	Si
12	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 3	34.4072	0	11446	360000	15	Si
3	X	0.9	0.4	0.001414	0.08	0.001414	0.08	SLE RA 3	34.4047	0	11446	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.