

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

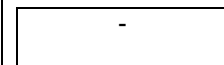
APPALTO 2: PRG PONTE SAN PIETRO E RADDOPPIO DELLA LINEA DA CURNO A BERGAMO

OPERE D'ARTE

FV03 – Fermata di Ponte San Pietro

Relazione di calcolo rampe scale

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.
N B 1 R 0 2 D 2 6 C L F V 0 3 0 0 0 0 2 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|------------|-------------------------|
| A | EMISSIONE ESECUTIVA | F. Serrau | Marzo 2020 | A. Meran | Marzo 2020 | M. Berlingeri | Marzo 2020 | A. Perego Marzo 2020 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |



File: NB1R02D26CLFV0300002A

n. Elab.:

SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 5 |
| 2 | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 6 |
| 3 | NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 9 |
| 4 | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 10 |
| 4.1 | CALCESTRUZZO | 10 |
| 4.1.1 | Magrone di fondazione C12/15 | 10 |
| 4.1.2 | Struttura in c.a. C32/40 | 10 |
| 4.2 | ACCIAIO PER C.A. TIPO B450C | 10 |
| 5 | MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO | 11 |
| 6 | MODELLO DI CALCOLO | 13 |
| 6.1 | MODELLO DI CALCOLO SEZIONE "A" | 13 |
| 6.2 | MODELLO DI CALCOLO SEZIONE "B" | 13 |
| 7 | ANALISI DEI CARICHI SEZIONE DI CALCOLO "A" | 17 |
| 7.1 | PESO PROPRIO..... | 17 |
| 7.2 | SPINTA DEL TERRENO..... | 17 |
| 7.3 | CARICHI PERMANENTI..... | 18 |
| 7.3.1 | Banchina | 19 |
| 7.3.2 | Pavimentazione sottopasso | 19 |
| 7.4 | SCARICHI DELLE PENSILINE | 19 |
| 7.5 | SOVRACCARICHI DI ESERCIZIO..... | 20 |
| 7.6 | CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO..... | 20 |
| 7.6.1 | Effetti dinamici | 21 |
| 7.6.2 | Distribuzione dei carichi ferroviari | 21 |
| 7.6.3 | Treno di carico LM71..... | 21 |
| 7.7 | SOVRACCARICHI BANCHINA | 22 |
| 7.8 | AZIONI SISMICHE | 22 |
| 7.8.1 | Pericolosità sismica..... | 23 |
| 8 | ANALISI DEI CARICHI SEZIONE DI CALCOLO "B" | 27 |
| 8.1 | PESO PROPRIO..... | 27 |
| 8.2 | SPINTE DEL TERRENO..... | 27 |
| 8.3 | CARICHI PERMANENTI..... | 29 |
| 8.3.1 | Ballast e armamento | 29 |
| 8.3.2 | Banchina | 30 |
| 8.3.3 | Pavimentazione sottopasso | 30 |
| 8.3.4 | Scarichi ascensore | 30 |
| 8.3.5 | Scarichi sottopasso | 30 |
| 8.4 | CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO..... | 31 |
| 8.4.1 | Effetti dinamici | 32 |
| 8.4.2 | Distribuzione dei carichi ferroviari | 33 |
| 8.4.3 | Treno di carico LM71..... | 33 |

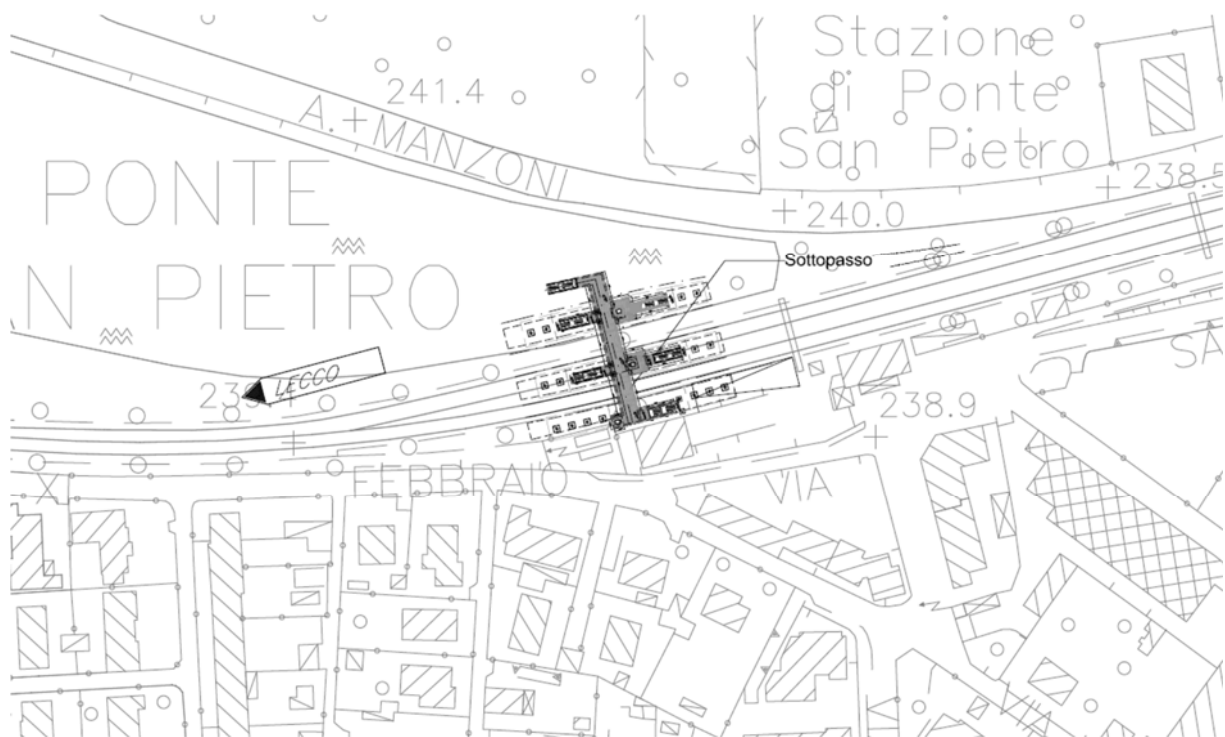
| | | |
|--------|--|----|
| 8.5 | SCARICHI PENSILINE..... | 34 |
| 8.6 | SOVRACCARICHI BANCHINA E SOTTOPASSO | 35 |
| 8.7 | AZIONI TERMICHE..... | 35 |
| 8.8 | RITIRO | 35 |
| 8.9 | AZIONI SISMICHE | 36 |
| 8.9.1 | Pericolosità sismica..... | 37 |
| 9 | COMBINAZIONI DI CARICO | 42 |
| 10 | CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI | 46 |
| 10.1 | VERIFICHE ALLO SLU | 46 |
| 10.1.1 | Pressoflessione..... | 46 |
| 10.1.2 | Taglio | 47 |
| 10.2 | VERIFICHE AGLI SLE | 48 |
| 10.2.1 | Verifiche alle tensioni | 48 |
| 10.2.2 | Verifiche a fessurazione..... | 48 |
| 11 | ANALISI E VERIFICHE SEZIONE DI CALCOLO “A” | 50 |
| 11.1 | INVILUPPO DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE..... | 50 |
| 11.2 | ARMATURE DI PROGETTO | 53 |
| 11.3 | VERIFICHE AGLI STATI LIMITE..... | 54 |
| 11.3.1 | Verifiche a pressoflessione (SLU)..... | 54 |
| 11.3.2 | Verifiche a taglio (SLU) | 54 |
| 11.3.3 | Verifiche allo SLE..... | 55 |
| 11.3.4 | Verifiche geotecniche: verifica a carico limite | 56 |
| 12 | ANALISI E VERIFICHE SEZIONE DI CALCOLO “B” | 57 |
| 12.1 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI ALLO SLU | 58 |
| 12.1.1 | Solette orizzontali..... | 58 |
| 12.1.2 | Pareti in direzione X..... | 59 |
| 12.1.3 | Pareti in direzione Y..... | 60 |
| 12.2 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI ALLO SLV | 61 |
| 12.2.1 | Solette orizzontali..... | 61 |
| 12.2.2 | Pareti in direzione X..... | 62 |
| 12.2.3 | Pareti in direzione Y..... | 63 |
| 12.3 | DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI IN ESERCIZIO (SLE-R)..... | 64 |
| 12.3.1 | Solette orizzontali..... | 64 |
| 12.3.2 | Pareti in direzione X..... | 65 |
| 12.3.3 | Pareti in direzione Y..... | 66 |
| 12.4 | VERIFICHE ALLO SLU | 67 |
| 12.4.1 | Verifiche a flessione | 67 |
| 12.4.2 | Verifiche a taglio..... | 69 |
| 12.5 | VERIFICHE ALLO SLE | 75 |
| 12.5.1 | SOLLECITAZIONI..... | 75 |
| 12.5.2 | DEFORMAZIONI..... | 77 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------|-----------|
| 13 | INCIDENZE DELLE ARMATURE | 78 |
| 14 | TABULATI DI CALCOLO | 79 |
| 14.1 | SEZIONE DI CALCOLO "A" | 79 |

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito del Progetto Definitivo dei nuovi sottopassi di stazione e dei manufatti di accesso inerenti il progetto di raddoppio ferroviario tra Ponte S. Pietro e Bergamo.

In questa relazione di calcolo sono riportate le analisi e le verifiche strutturali e geotecniche delle opere di stazione in progetto, realizzate ai sensi del D.M. 17/01/2018 e relativa Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019, con particolare riferimento al nuovo sottopasso della stazione Ponte San Pietro (BG).



2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per la stazione di Ponte San Pietro è prevista la realizzazione di un sottopasso scatolare per l'accesso alle due banchine previste in stazione. L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione delle relative rampe scale, vani ascensori e relativi locali tecnici, al fine di migliorare e rendere più sicura la fruibilità dei servizi di trasporto.

In particolare, nel presente documento sono trattate le analisi e le verifiche geotecniche e strutturali del corpo scale costituito, da un punto di vista strutturale, da pareti ad "U" di spessore pari a 0.50 m. Nello specifico, il corpo scale si compone di una prima parte, nella zona di scavo minore, costituita esclusivamente dalle pareti ad "U" (sezione di calcolo A); nelle sezioni di scavo maggiore, invece, quest'ultime presentano anche una soletta superiore e, in particolare, un tratto finale, di ampiezza maggiore (sezione di calcolo B) e con spessore degli elementi strutturali pari a 0.50 m, dove vengono collocati i locali tecnici e gli ascensori.

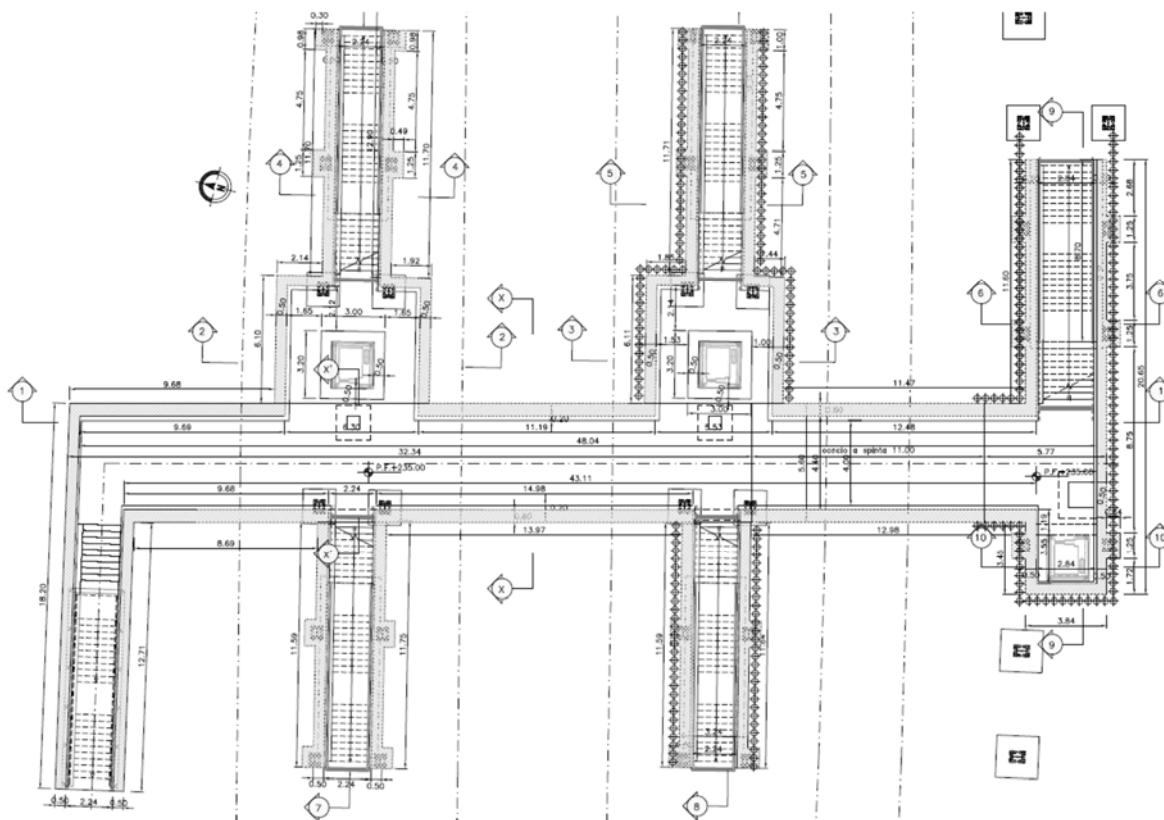


Figura 1 – Vista in pianta

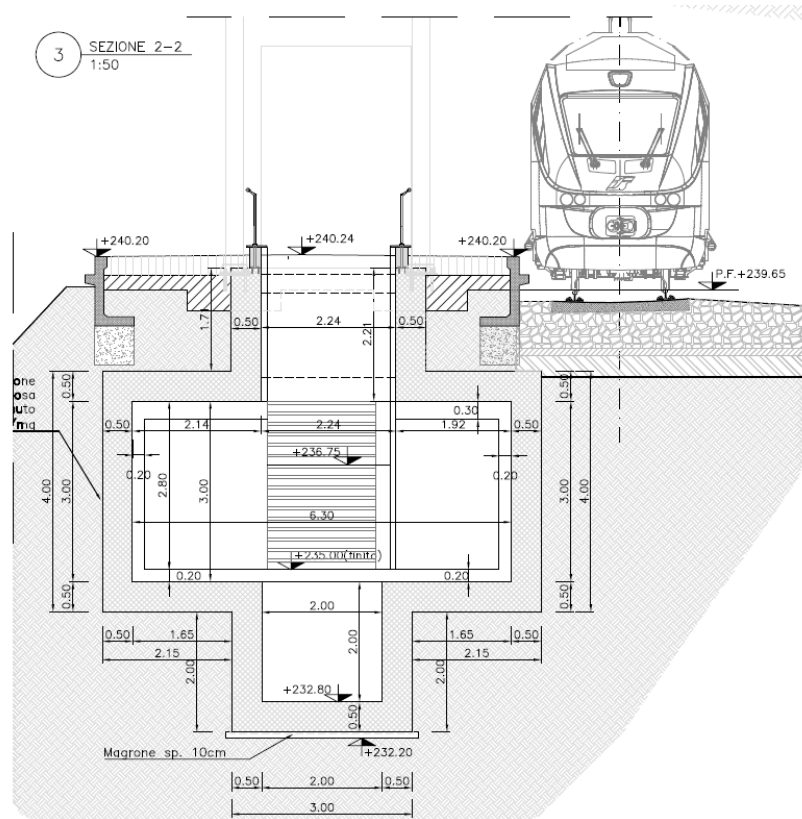


Figura 2 – Sezione trasversale (A)

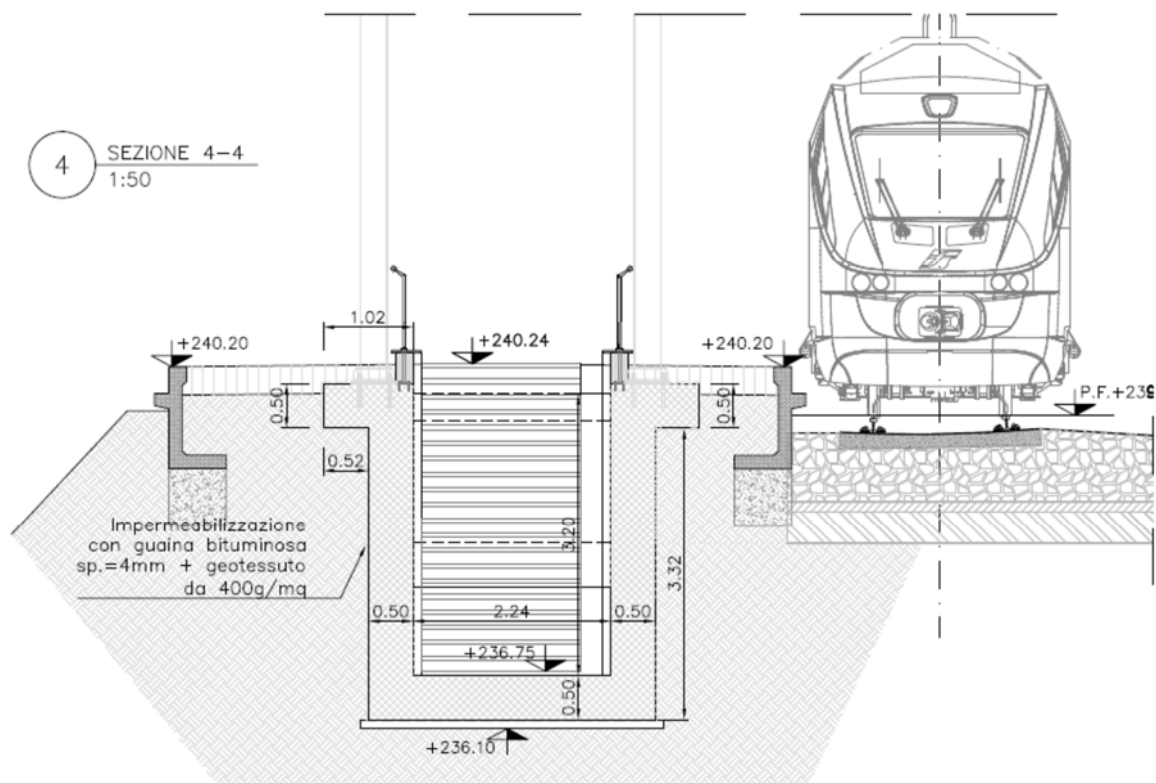


Figura 3 – Sezione trasversale (B)

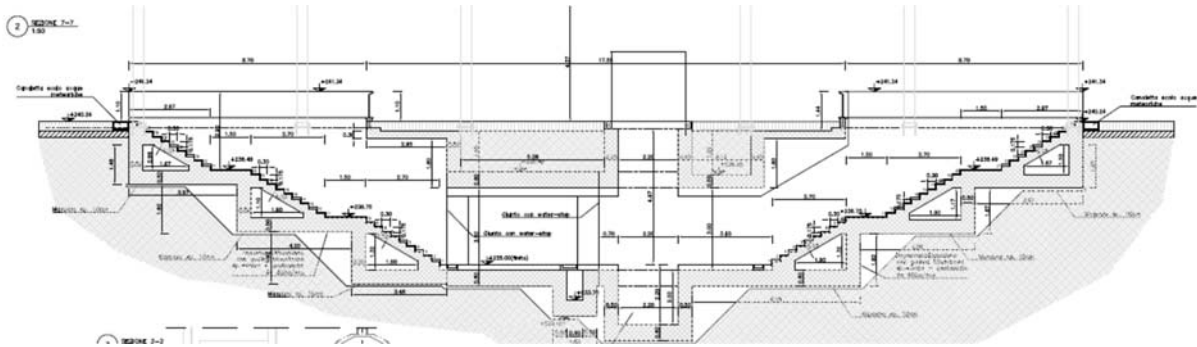
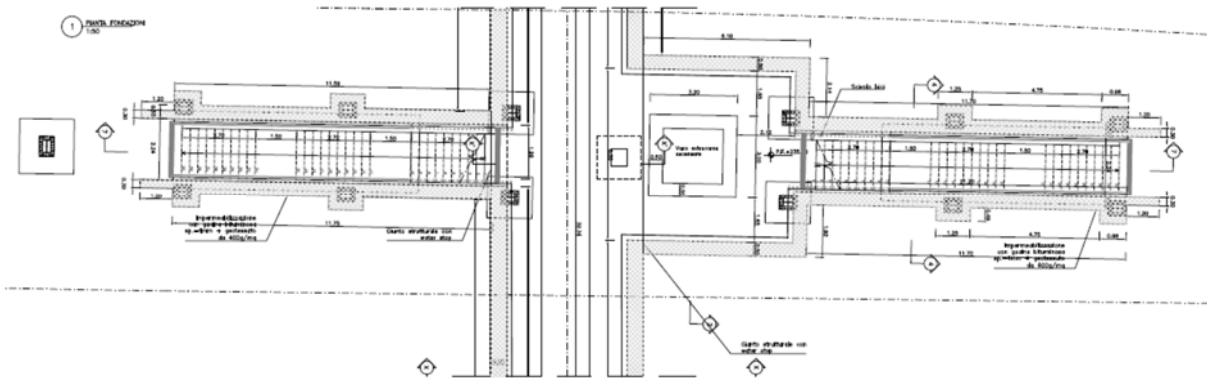


Figura 4 – Sezione in asse scale



3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. 17/01/2018 (NTC18): “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n.7 CSLLP
- Norma Europea UNI ENV 1990: “Eurocodice 0 – Basi di calcolo”;
- Norma Europea UNI ENV 1991: “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture”;
- Norma Europea UNI ENV 1992: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- Norma Europea UNI ENV 1997: “Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica”;
- Norma Europea UNI EN 1198: “Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.

Inoltre si sono tenute presenti le indicazioni e restrizioni di cui alle norme ferroviarie in particolare:

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C: “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture”, e Parte II – Sezione 3 – Corpo Stradale”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C: “Capitolato Generale Tecnico di Appalto OOC RFI”.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Magrone di fondazione C12/15

| | | |
|---|---------------------------------------|----------------------|
| Peso Specifico | $\gamma =$ | 25 kN/m ³ |
| Resistenza Cubica Caratteristica a compressione | $R_{ck} =$ | 15 MPa |
| Resistenza Cilindrica Caratteristica a compressione | $f_{ck} =$ | 12 MPa |
| Resistenza Cilindrica Media a compressione | $f_{cm} = f_{ck} + 8 =$ | 20 MPa |
| Modulo Elastico | $E = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} =$ | 27085 MPa |

4.1.2 Struttura in c.a. C32/40

| | | |
|---|--|----------------------|
| Peso Specifico | $\gamma =$ | 25 kN/m ³ |
| Resistenza Cubica Caratteristica a compressione | $R_{ck} =$ | 40 MPa |
| Resistenza Cilindrica Caratteristica a compressione | $f_{ck} =$ | 32 MPa |
| Resistenza Cilindrica Media a compressione | $f_{cm} = f_{ck} + 8 =$ | 40 MPa |
| Modulo Elastico | $E = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} =$ | 35220 MPa |
| Coefficiente parziale di sicurezza allo SLU | $\gamma_C =$ | 1.5 |
| Resistenza Cilindrica media a trazione | $f_{ctm} = 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$ | 3.51 MPa |
| Resistenza Cilindrica Caratteristica a trazione | $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} =$ | 2.46 MPa |
| Resistenza di Calcolo a trazione | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C =$ | 1.64 MPa |
| Resistenza media a trazione per flessione | $f_{ctfm} = 1,2 \cdot f_{ctm} =$ | 4.21 MPa |
| Resistenza Cilindrica caratteristica a trazione | $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctfm} =$ | 2.95 MPa |
| Classe di esposizione: | XC4 | |

4.2 ACCIAIO PER C.A. TIPO B450C

| | | |
|--|--------------------------------|------------------------|
| Peso Specifico | $\gamma =$ | 78.5 kN/m ³ |
| Modulo Elastico | $E =$ | 206000 MPa |
| Resistenza caratteristica allo snervamento | $f_{yk} =$ | 450 MPa |
| Resistenza caratteristica a rottura | $f_{tk} =$ | 540 MPa |
| Coefficiente di sicurezza allo SLU | $\gamma_S =$ | 1,15 |
| Resistenza di calcolo allo SLU | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S =$ | 391,3 MPa |

5 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

In accordo con le analisi geognostiche effettuate nell'area oggetto di intervento, di seguito si riportano i parametri geotecnici di progetto utilizzati per terreni interessati

Le indagini di riferimento sono: e PNBGF1F01, L1-S17, DHBGF1P02 e L1-S16.

| Strato | Profondità media | Profondità media | Descrizione | |
|--------|------------------|------------------|-------------|-------------------------------------|
| | Da [m da p.c.] | A [m da p.c.] | | |
| Ug1 | 2 | 25 | S(G), S,G | Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia |
| Ug4 | 25 | 30 | Congl | Conglomerato |

| Strato | Parametri di resistenza | | | | | Parametri di deformabilità | | | | | |
|--------|-------------------------|-------|---------|-------|-------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------------|
| | γ_n | K_0 | ϕ' | c' | c_u | G_0 | E_0 | E_{op1} | E_{op2} | ν' | $k_v^{(*)}$ |
| | [kN/m ³] | [-] | [°] | [kPa] | [kPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [-] | [m/s] |
| Ug1 | 20 | 0.41 | 36 | 0 | - | 120 - 240 | 300 - 600 | 30 - 60 | 45 - 90 | 0.25 | 1.00E-06 |
| Ug4 | 20 | 0.42 | 40 | 0 | - | 400 | 1000 | 150 | 250 | 0.25 | 1.00E-10 |

Note:

- Gli intervalli, dove presenti, fanno riferimento a valori crescenti con la profondità.
- (*) per analisi di cedimento adottare cautelativamente i parametri di permeabilità verticale definiti in tabella; per analisi di stabilità adottare anche i parametri di permeabilità orizzontale $k_h = 10 k_v$ per tutti i materiali tranne Ug1 per cui adottare $k_h = k_v$.
- I moduli E_{op1} ed E_{op2} sono da adottarsi rispettivamente E_{op1} per problemi di "primo carico" (esempio fondazioni dirette, profonde e rilevati) ed E_{op2} per problemi di scarico e/o di scarico-ricarico (esempio: fronti di scavo sostenuti con opere di sostegno tipo paratie tirantate e non).

Assunta quota p.c. corrispondente circa con il piano di regolamento del ballast, i terreni interagenti con l'opera sono sostanzialmente costituiti da sabbie ghiaiose e/o sabbie con ghiaia.

In particolare, si assume l'unità **UG1** come unità geotecnica di riferimento per il calcolo

Dalle indagini geotecniche è stata desunta una quota di falda posta circa ad profondità media di 20 metri da p.c., per cui può ritenersi non interferente con le opere in esame.

Ai fini della definizione della categoria sismica del sottosuolo, nei pressi dell'opera è stata eseguita una prova MASW, dalla quale è stata estrapolata una velocità $V_{s,30} = 555$ m/s. Il terreno di fondazione rientra quindi in categoria stratigrafica B.

| Prova | Vs(eq) | H(eq) | Suolo |
|------------|--------|-------|-------|
| R15 | 555 | 30 | B |

A causa delle norme regionali valide in Lombardia, più restrittive, i valori di soglia per il fattore di amplificazione risultano superati e perciò bisogna prendere la categoria di suolo superiore (Suolo tipo C).

Nel software di calcolo, per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco, vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione. Il terreno di base è stato modellato come un mezzo elastico omogeneo a cui si è assegnata un'apposita costante di sottofondo.

Si assume un valore del modulo di reazione verticale del terreno $K_w = 10000 \text{ kN/m}^3$, in base al quale ricavano i valori delle singole molle.

6 MODELLO DI CALCOLO

Ai fini delle analisi sono stati realizzati due modelli numerici mediante l'ausilio di software di calcolo agli elementi finiti.

6.1 MODELLO DI CALCOLO SEZIONE "A"

La struttura della rampa scale, avente sezione ad "U", viene schematizzata come un telaio piano di dimensioni pari a quelle della sezione trasversale del corpo scale mediante il software "SCAT 14" della Aztec Informatica. Più dettagliatamente essa viene discretizzata in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi. Il terreno di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler), in cui l'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

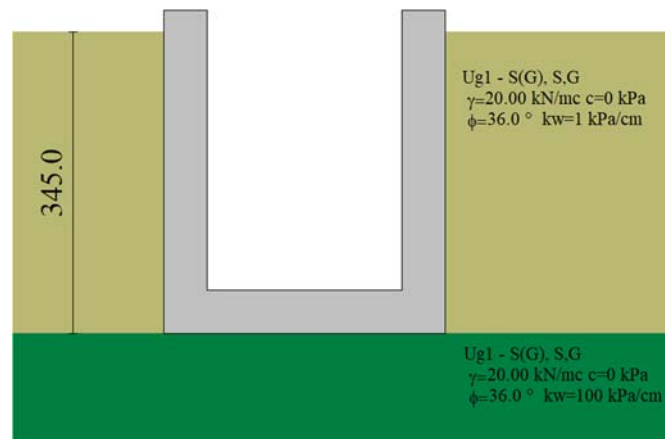


Figura 5 – Modello di calcolo –SezioneA

6.2 MODELLO DI CALCOLO SEZIONE "B"

L'analisi del comportamento globale della struttura scatolare in calcestruzzo costituente l'atrio ascensore è stato effettuato con l'ausilio del software MIDAS CIVIL 2020, distribuito in Italia dalla CSPFea (Padova),

Lo scatolare viene rappresentato mediante elementi piani (*shell-thick*). Il modello consente la valutazione delle sollecitazioni globali generate dai carichi verticali, permanenti ed accidentali, agenti sull'opera, dalle azioni orizzontali in condizioni statiche e sismiche dovute alle spinte dei terreni.

Gli assi globali X, Y, Z sono orientati nel seguente modo:

- X: asse longitudinale (in direzione longitudinale alle scale)
- Y: asse trasversale (in direzione trasversale alle scale)
- Z: asse verticale

Nella definizione della mesh si è fatto in modo che i nodi fossero prevalentemente disposti secondo allineamenti paralleli agli assi globali X, Y, Z. Ne è derivata, quindi, una mesh abbastanza regolare costituita esclusivamente da elementi quadrangolari di dimensione 0.20m x 0.20m.

I vincoli verticali sono costituiti da molle elastiche (*surface springs*) a cui è stata assegnata una costante di sottofondo in conformità con quanto dichiarato al paragrafo 5. Le traslazioni orizzontali sono bloccate mediante vincoli nodali fissi posizionati in corrispondenza del bordo del solettone di fondazione.

Le azioni esterne vengono applicate alla struttura mediante pressioni o carichi nodali concentrati in accordo con la reale geometria dell'opera e con le normative vigenti. Si rimanda ai paragrafi successivi per un'analisi dettagliata delle condizioni e delle combinazioni di calcolo adoperate.

Nelle figure seguenti sono riportate delle viste complete del modello di calcolo.

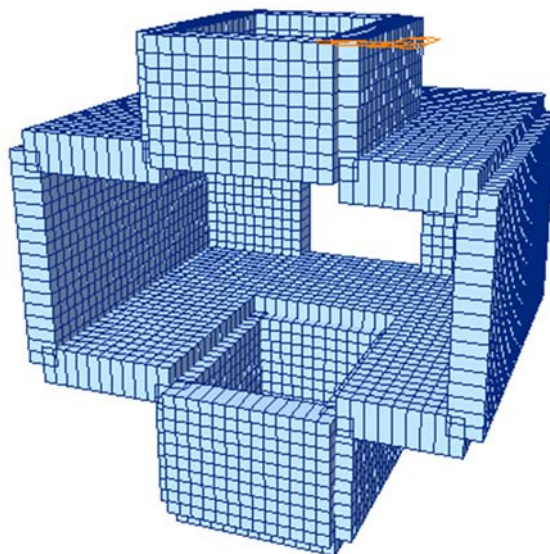


Figura 6 – Modello di calcolo – Sezione B

Nelle seguenti immagini è riportata la nomenclatura delle pareti, a cui si fa riferimento nei paragrafi di Analisi dei Carichi e Verifiche strutturali.

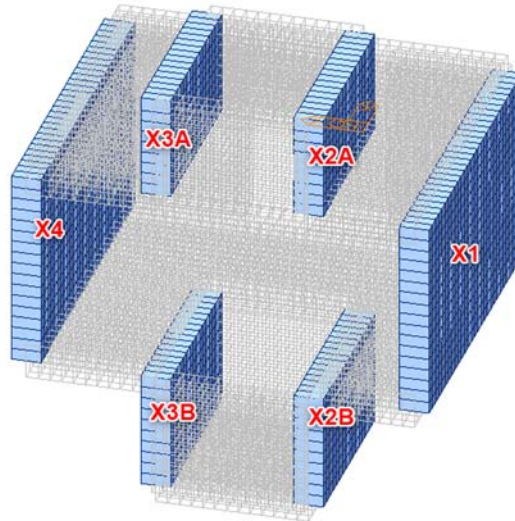


Figura 7 – Numerazione pareti in direzione X

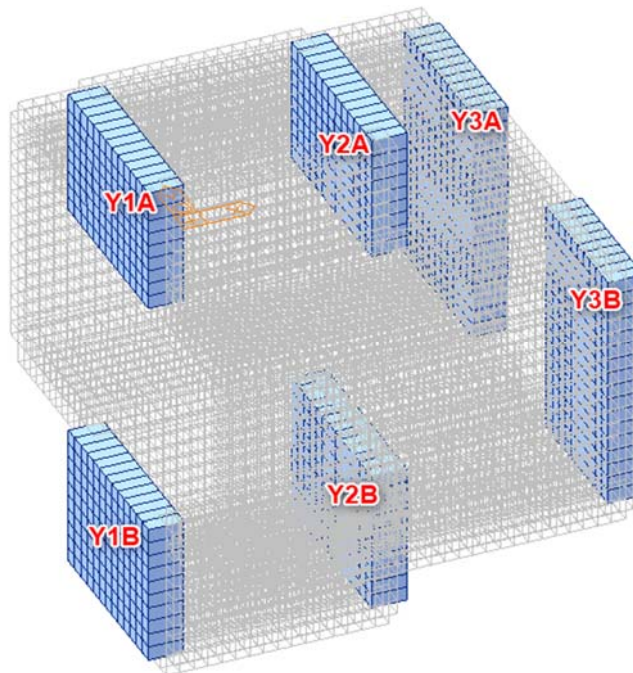


Figura 8 – Numerazione pareti in direzione Y

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 16 di 119 |

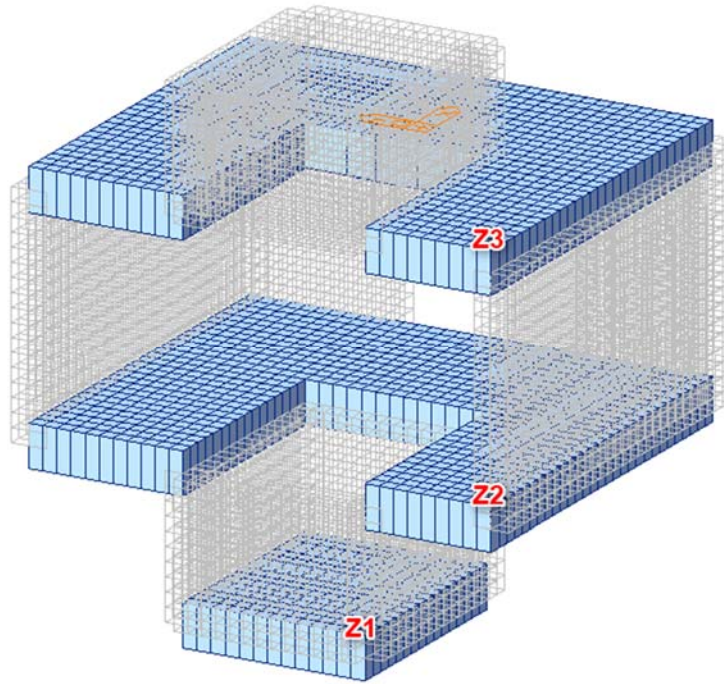


Figura 9 – Numerazione orizzontamenti (direzione Z)

7 ANALISI DEI CARICHI SEZIONE DI CALCOLO “A”

Il dimensionamento della struttura interna della rampa scale viene effettuato sulla base delle azioni elementari riportate nei successivi paragrafi.

7.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio degli elementi strutturali viene tenuto in conto direttamente dai software di calcolo di riferimento una volta definite le geometrie ed il materiale ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$).

L'altezza della sezione di calcolo A non prende in considerazione l'altezza fuori terra del parapetto ($h = 1.45 \text{ m}$), il cui contributo viene tenuto in considerazione come carico permanente attraverso delle forze concentrate applicate in testa al piedritto destro. Sul piedritto destro vengono, invece, applicati gli scarichi delle pensiline metalliche (cfr. 8.3.4).

7.2 SPINTA DEL TERRENO

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 36^\circ = 0.41$$

dove $\varphi=36^\circ$ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

Dove:

- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ è il peso per unità di volume del terreno di rinfianco;
- $H = 3.45 \text{ m}$ è l'altezza dell'opera in esame;
- p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza del p.c. adiacente l'opera (dipendente dalle condizioni di carico di seguito descritte).

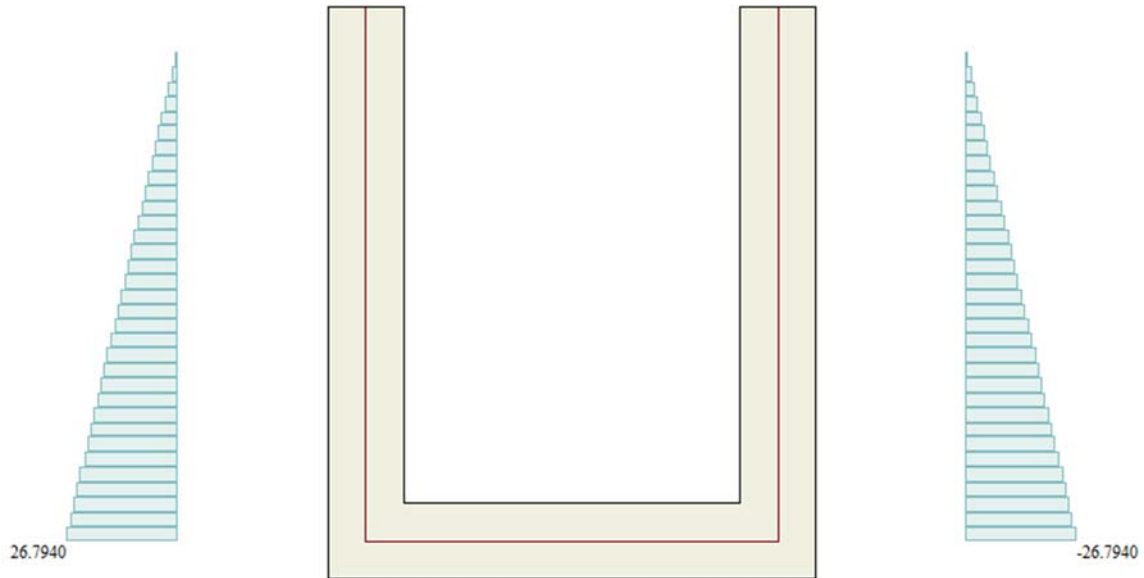


Figura 10 – Spinte del terreno

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, la falda non risulta interagente per cui tale azione non è stata considerata.

7.3 CARICHI PERMANENTI

I carichi permanenti non strutturali interagenti con l'opera in progetto sono i seguenti:

- Banchina
- Pavimentazione sottopasso

Nella seguente immagine e nei paragrafi successivi sono riportate posizione ed entità dei carichi applicati al modello di calcolo.

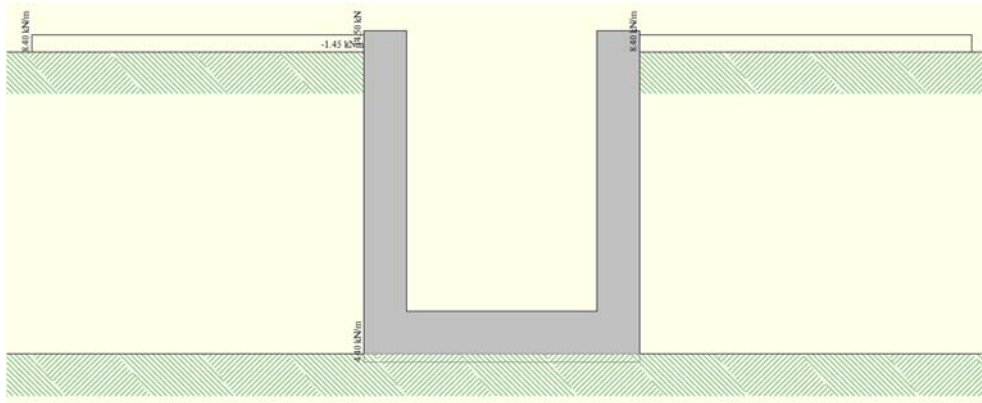


Figura 11 – Carichi permanenti non strutturali

7.3.1 Banchina

Il peso proprio della banchina viene simulato dal terreno presente lateralmente all'opera, disposto ad una quota pari a quella di estradosso della soletta superiore per la sezione A e a -0.30 m dalla testa del muro per la sezione di calcolo B. Viene, inoltre, applicato il carico esterno dovuto al peso della pavimentazione e delle finiture avente spessore pari a 0.35 m.

$$G_{2_{fin}} = \gamma_{fin} \times 0.35 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 24 \times 0.35 \times 1.00 = 8.4 \text{ kN/m.}$$

7.3.2 Pavimentazione sottopasso

Relativamente invece ai carichi interni al sottopasso e al rivestimento in c.a., considerando una pavimentazione di spessore 20 cm si ottiene un carico in fondazione pari a:

$$G_{2_{PAV}} = \gamma_{PAV} \times 0.20 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 22 \times 0.20 \times 1.00 = 4.4 \text{ kN/m.}$$

7.4 SCARICHI DELLE PENSILINE

In corrispondenza delle opere in progetto, sono situati le colonne delle pensiline di banchina della fermata. Nel caso in esame, le colonne delle pensiline sono ancorate direttamente sui piedritti della sezione di calcolo in esame.

Vengono quindi tenuti in conto sia le sollecitazioni trasmesse dalla colonna della pensilina incastrata sul piedritto destro e sia gli effetti del carico verticale trasmesso dal plinto di fondazione al terreno, applicato sul p.c. a sinistra all'opera.

Nel primo caso, dalla relazione di calcolo della pensilina si evincono le seguenti sollecitazioni alla base delle colonne.

| Combinazione | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|--------------|---------|--------|--------|
| SLE | 9.4 | 1.8 | 39.2 |
| SLV | 42.0 | 8.3 | 40.5 |

Cautelativamente, gli scarichi della pensilina agli SLU sono ottenuti dagli scarichi caratteristici allo SLE considerando un coefficiente di amplificazione pari ad 1.5.

7.5 SOVRACCARICHI DI ESERCIZIO

Si considera un carico variabile d'esercizio di Cat. C3 (stazioni ferroviarie) pari a 5 kN/m², in accordo con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018 Tabella 3.1.II.7 agente sulle solette interne, sulla banchina e nel sottopasso.

7.6 CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO

Nell'ambito del sottopasso ferroviario, si è fatto riferimento al D.M. 17/01/2018 (§5.2), considerando i carichi variabili da azioni da traffico ferroviario:

"I carichi verticali associati al transito dei convogli ferroviari sono definiti per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle diverse tipologie di traffico ferroviario: normale (LM71) e pesante (SW).

I valori dei suddetti carichi dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento "α", variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.)", come definito in Tab. 2.5.1.4.1-1 Coefficiente "α" del MdP RFI 2019 e di seguito riportata.

| MODELLO DI CARICO | COEFFICIENTE "α" |
|-------------------|------------------|
| LM71 | 1,10 |
| SW/0 | 1,10 |
| SW/2 | 1,00 |

Per l'analisi dell'opera in esame, come meglio descritto di seguito, si terrà in conto solo l'effetto del carico concentrato dovuto al modello LM71, che rappresenta la condizione più gravosa per un'opera da realizzarsi parallelamente ai binari.

Vista comunque la distanza tra i binari e le pareti, gli effetti del carico ferroviario sull'opera, comunque presenti, non rappresentano la condizione esterna più sfavorevole e, per tale motivo, non viene considerata la possibilità che agisca come carico variabile dominante.

7.6.1 Effetti dinamici

Nel caso in esame, i carichi ferroviari sono applicati lateralmente alle strutture in esame. Per tale motivo, non è necessario tener conto di incrementi dinamici del carico ferroviario.

7.6.2 Distribuzione dei carichi ferroviari

I sovraccarichi ferroviari verticali ed orizzontali si distribuiscono, a partire dalla larghezza delle traversine (2.4 m) con pendenza 4 a 1 all'interno del ballast e con pendenza a 45° negli eventuali strati di sub-ballast, super compattato, rinterro e all'interno del semispessore della soletta superiore di calcestruzzo.

$$L_d = 2.4 + (2 \cdot 0.8/4) + (2 \cdot 0.4) + (2 \cdot 0.6/2) = 4.2 \text{ m}$$

Per i carichi applicati al p.c., il software di calcolo effettua un'ulteriore distribuzione in senso longitudinale al sottovia secondo un angolo definito dal progettista. Considerando gli spessori suddetti si considera un angolo di diffusione medio pari a 30°.

7.6.3 Treno di carico LM71

Il treno di carico LM71 è costituito da 4 assi verticali da 250 kN con interasse di 1,60 m e carico distribuito (segmentabile) di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,80 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata. La distribuzione dei carichi del treno LM71 è rappresentata di seguito.

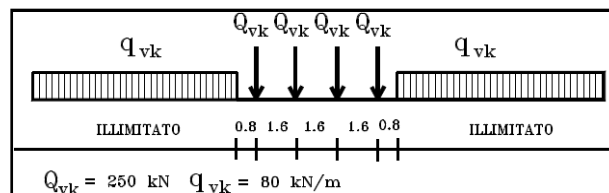


Figura 12 – Treno di carico LM71

| Treno | Tipo | Q_{vk} | q_{vk} | L_{long} | L_d | q_{vk} | α | Φ_3 | q_{vd} |
|-------|--------------------|----------|----------|------------|-------|----------------------|----------|----------|----------|
| | | [kN] | [kN/m] | [m] | [m] | [kN/m ²] | [-] | [-] | [kN/m] |
| LM71 | Carico concentrato | 1000 | - | 6.40 | 4.20 | 37.2 | 1.1 | 1.00 | 40.9 |

Tabella 1 –Treno di carico LM71

Il carico è applicato sul p.c. a partire da una distanza di 2.1 m dal filo del piedritto più vicino.

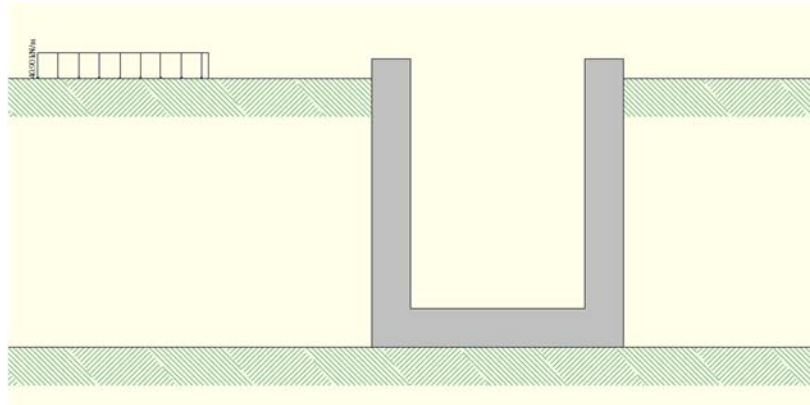


Figura 13 – Carichi variabili da traffico ferroviario

7.7 SOVRACCARICHI BANCHINA

Da entrambi i lati della struttura scatolare, viene applicato un sovraccarico accidentale da folla uniformemente distribuito con entità pari a 5 kN/m².

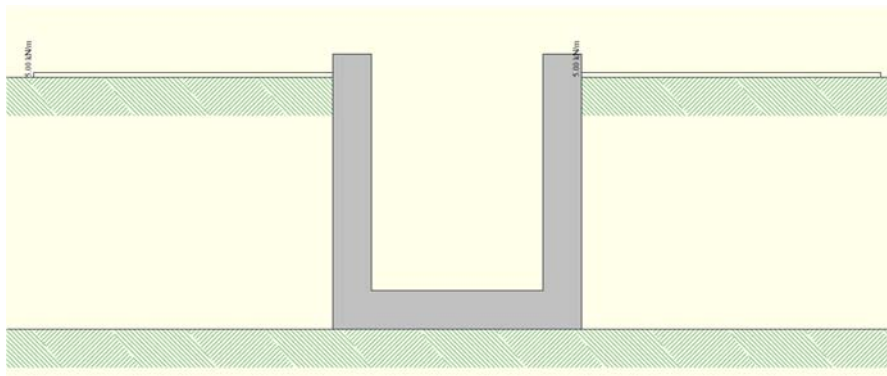


Figura 14 – Sovraccarichi bancina

7.8 AZIONI SISMICHE

Nell'analisi pseudo-statica 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:

$$F_h = k_h \cdot W; \quad \text{forza sismica orizzontale}$$

$$F_v = k_v \cdot W; \quad \text{forza sismica verticale}$$

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

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} ; \quad \text{coeff. sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h ; \quad \text{coeff. sismico verticale}$$

Dove:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S_S = coeff. amplificazione stratigrafica

S_T = coeff. di amplificazione topografica

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

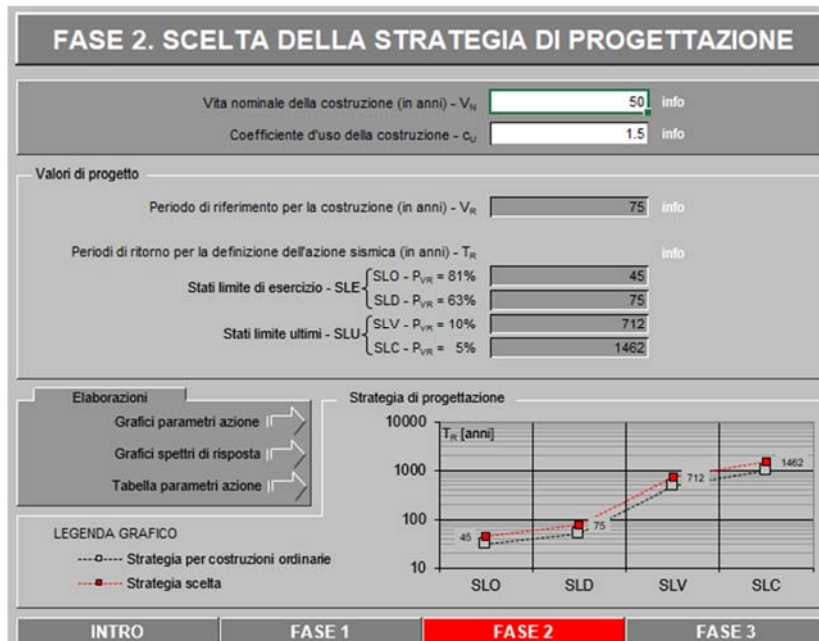
7.8.1 Pericolosità sismica

Per la caratterizzazione sismica del sito si è utilizzata la zonazione di cui al DM 17/01/2018, introducendo le coordinate geografiche di latitudine e longitudine proprie del sito di costruzione.



L'azione sismica è stata individuata in accordo con le normative vigenti sulla base dei seguenti parametri:

- Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso dell'opera III $C_U = 1.5$



L'azione sismica di progetto viene calcolata con riferimento allo SLV, per il quale si calcola un periodo di ritorno dell'azione sismica di progetto pari a 712 anni. In funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica, sono definiti i parametri di base dell'azione sismica:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- 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;

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 45 | 0.033 | 2.484 | 0.207 |
| SLD | 75 | 0.042 | 2.488 | 0.226 |
| SLV | 712 | 0.113 | 2.447 | 0.277 |
| SLC | 1462 | 0.146 | 2.475 | 0.283 |

Figura 15 – Tabella parametri azione

In funzione della categoria del sottosuolo e della categoria topografica, si valutano le azioni sismiche di base per il sito in esame. In particolare, sono definite:

- Categoria di sottosuolo C
- Categoria topografica T1

Da cui si evincono i seguenti valori del coefficiente stratigrafico e topografico

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 25 di 119 |

- Coefficiente stratigrafico $S_s = 1.50$
- Coefficiente topografico $S_T = 1.00$

Come anzidetto, il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove :

- $a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità;

| Coefficients sismici agli SLV | | | |
|-------------------------------|---|-------|---------------------------------------|
| $S = S_s \times S_T$ | = | 1.50 | |
| a_{\max} | = | 0.170 | g |
| β_m | = | 1.00 | Struttura che non subisce spostamenti |
| K_h | = | 0.170 | coeff. sismico orizzontale |
| K_v | = | 0.085 | coeff. sismico verticale |

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato secondo la *formula di Wood*:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2$$

$$\alpha = a_g / g \cdot S_s \cdot \beta_m \cdot S_T$$

dove:

- $H = 3.27$ m è l'altezza sulla quale agisce la spinta,
- $\gamma = 20$ kN/m³ è il peso per unità di volume del terreno di rinfianco
- β_m , S_s e S_T assumono i valori precedentemente descritti.

. Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Si ricorda, infine, che gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

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

Dove si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari $\psi_{2j} = 0,2$ così come definito in Tabella 5.2.V del MdP RFI 2019.

G_1 =massa associata al peso proprio;

G_2 =massa associata al carico permanente;

Q_k =carico ferroviario.

8 ANALISI DEI CARICHI SEZIONE DI CALCOLO “B”

Il dimensionamento della struttura scatolare dell'atrio ascensore viene effettuato sulla base delle azioni elementari riportate nei successivi paragrafi.

8.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio degli elementi strutturali viene tenuto in conto direttamente dai software di calcolo di riferimento una volta definite le geometrie ed il materiale ($\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$).

8.2 SPINTE DEL TERRENO

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 36^\circ = 0.412$$

dove $\varphi = 30^\circ$ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza del p.c. adiacente l'opera (dipendente dalle condizioni di carico descritte nei successivi paragrafi, i cui valori sono riportati nei paragrafi specifici).

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 28 di 119 |

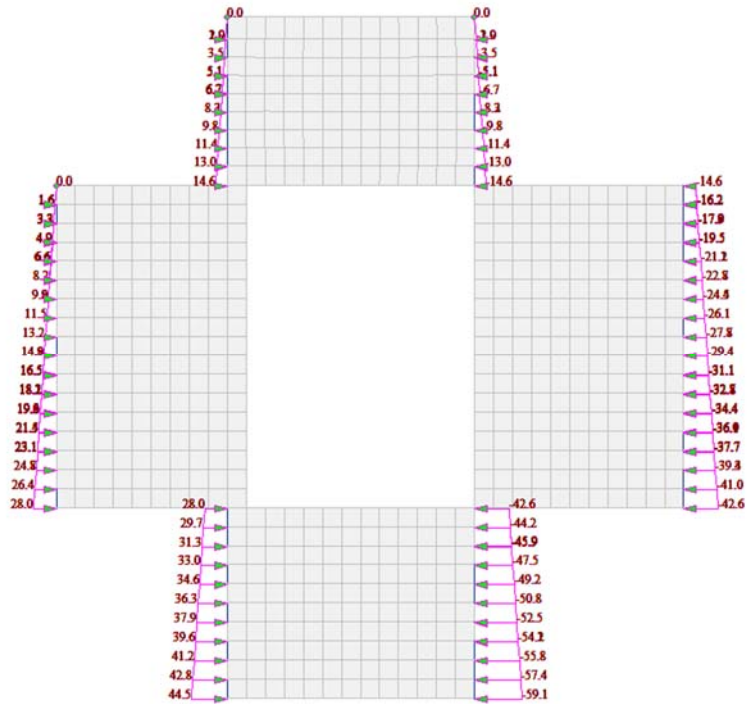


Figura 16 – Spinte del terreno in direzione Y (pareti X)

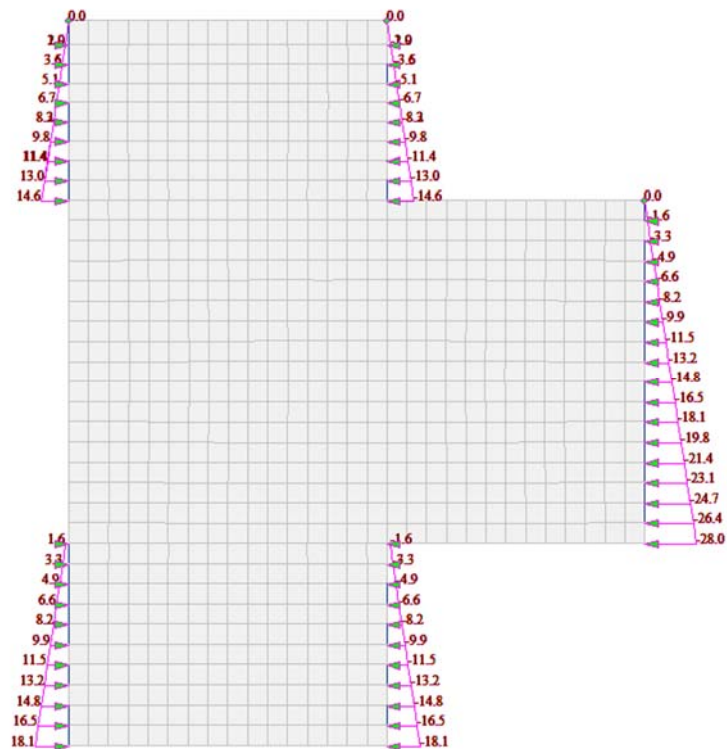


Figura 17 – Spinte del terreno in direzione X (pareti Y)

Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame, la falda non risulta interagente per cui tale azione non è stata considerata.

8.3 CARICHI PERMANENTI

8.3.1 Ballast e armamento

La determinazione del carico permanente portato dovuto al peso della massicciata, dell'armamento potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente, per linea in rettilineo, un peso di volume pari a 18.0kN/m³ per un'altezza media fra piano del ferro ed estradosso della soletta pari a 0,80 m, che corrisponde ad un carico sulla soletta superiore pari a 14.4 kN/m. Nel caso in esame, in tale condizione di carico viene incluso anche il carico dovuto ai sottostrati dell'armamento, per uno spessore complessivo di 1.0 m

$$G_{2,\text{arm}} = 18.0 \times 1.0 = 18.0 \text{ kN/m}^2$$

L'incremento di spinta orizzontale dovuto a tale condizione si considera agente sulle pareti X1, X2b, X3b e X4 è pari a:

$$S_{G_{2,\text{arm}}} = G_{2,\text{arm}} \times k_0 = 18.0 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 7.4 \text{ kN/m}^2$$

8.3.2 Banchina

Il carico verticale dovuto al peso proprio della banchina viene simulato considerando un peso per unità di volume pari a 20 kN/m^3 per uno spessore di 1.6 m, a cui si somma il peso della pavimentazione e delle finiture aventi spessore complessivo pari a 0.35 m.

$$G_{2,\text{banc}} = \gamma_{\text{banc}} \times 1.6 \text{ m} + \gamma_{\text{fin}} \times 0.35 = 20 \times 1.6 + 24 \times 0.35 = 40.4 \text{ kN/m}^2.$$

Tale azione carica l'orizzontamento Z3.

In termini di spinte, la banchina viene considerata come uno strato di terreno, per cui il valore del carico orizzontale triangolare è già incluso nelle spinte calcolate al paragrafo 8.2.

Si calcola, invece, separatamente l'incremento di spinte orizzontali dovuto al peso delle finiture agente su tutte le pareti verticali:

$$S_{G2,\text{banc}} = G_{2,\text{banc}} \times k_0 = 8.4 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 3.5 \text{ kN/m}^2$$

8.3.3 Pavimentazione sottopasso

Sulla soletta interna dell'atrio (orizzontamento Z2) si considera una pavimentazione di spessore 20 cm, per cui si ottiene un carico pari a:

$$G_{2,\text{PAV}} = \gamma_{\text{PAV}} \times 0.30 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 22 \times 0.20 \times 1.00 = 4.4 \text{ kN/m}.$$

8.3.4 Scarichi ascensore

Il carico dell'ascensore è stato stimato considerando una struttura scatolare in vetro e acciaio costituita da 4 pilastri HEA200, 4 profili ad L100x10, 4 pareti verticali in vetro di dimensioni 2.85m x 2.75m, una lastra orizzontale in vetro di dimensioni 2.75m x 2.75m. Per il vetro si è considerato un peso per unità di volume pari a 27 kN/m^3 ed uno spessore pari a 3 cm.

Il carico degli elementi in vetro è applicato come carico lineare uniforme di entità pari a 3 kN/m sulla sommità delle pareti X2a, X3, Y1a e Y2a, mentre il carico della struttura in acciaio è applicato come forza nodale pari a 2 kN nei 4 spigoli costituenti il torrino su cui viene posta in opera l'ascensore.

8.3.5 Scarichi sottopasso

Gli scarichi del sottopasso di stazione adiacente all'atrio ascensore comportano un'incremento di spinta sulla parete Y1b. L'entità delle spinte è calcolata considerando il

valore medio degli scarichi in fondazione ottenuto dai tabulati di calcolo della relazione del sottopasso (N1BR02D26CLFV0300001A). In particolare, sono stati considerati direttamente i seguenti valori di combinazione:

$$G_{2,sott,SLU} = 160 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,sott,SLE_R} = 120 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{2,sott,SLE_QP} = 85 \text{ kN/m}^2$$

da cui:

$$S_{G2,sott,SLU} = G_{2,sott,SLU} \times k_0 = 160 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 66 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{G2,sott,SLE_R} = G_{2,sott,SLE_R} \times k_0 = 120 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 49.5 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{G2,sott,SLE_QP} = G_{2,sott,SLE_QP} \times k_0 = 85 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 35 \text{ kN/m}^2$$

In maniera analoga, è stato calcolato il valore di spinta sulla parete Y2b dovuto al peso proprio dell'atrio stesso ($25 \times 0.5 = 12.5 \text{ kN/m}^2$) e della pavimentazione interna (4.4 kN/m^2). Si ottiene un valore di spinta pari quindi a:

$$S_{G1,Y2b} = 12.5 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 5.2 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{G2,Y2b} = 4.4 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 1.8 \text{ kN/m}^2$$

8.4 CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO

Nell'ambito del sottopasso ferroviario, si è fatto riferimento al D.M. 17/01/2018 (§5.2), considerando i carichi variabili da azioni da traffico ferroviario:

"I carichi verticali associati al transito dei convogli ferroviari sono definiti per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle diverse tipologie di traffico ferroviario: normale (LM71) e pesante (SW).

I valori dei suddetti carichi dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento "α", variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.)", come definito in Tab. 2.5.1.4.1-1 Coefficiente "α" del MdP RFI 2019 e di seguito riportata.

| MODELLO DI CARICO | COEFFICIENTE "α" |
|-------------------|------------------|
| LM71 | 1,10 |
| SW/0 | 1,10 |
| SW/2 | 1,00 |

Per l'analisi dell'opera in esame, come meglio descritto di seguito, si terrà in conto solo l'effetto del carico concentrato dovuto al modello LM71, che rappresenta la condizione più gravosa per un'opera da realizzarsi parallelamente ai binari.

Vista comunque la distanza tra i binari e le pareti, gli effetti del carico ferroviario sull'opera, comunque presenti, non rappresentano la condizione esterna più sfavorevole e, per tale motivo, non viene considerata la possibilità che agisca come carico variabile dominante.

8.4.1 Effetti dinamici

Le sollecitazioni e gli spostamenti determinati sulle strutture del ponte dall'applicazione statica dei modelli di carico debbono essere incrementati per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli.

In accordo con la figura 2.5.1.4.2.4-1 del MdP RFI 2019 non è richiesta l'analisi dinamica. Infatti:

- Velocità massima della linea ≤ 200 km/h:
- Il ponte non è continuo trattandosi di un sottovia
- n_0 entro i limiti di fig.1.4.2.4.2

Quest'ultima condizione, per strutture scatolari come quella in esame (sottovia di altezza libera $\leq 5,0$ m e luce libera $\leq 8,0$ m), in accordo con quanto specificato al punto 5.4 della Tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 delMdP, è automaticamente verificata e gli effetti di amplificazione dinamica sono tenuti in conto attraverso il coefficiente di incremento dinamico Φ :

$$\Phi_3=1,35$$

| TRAVI PRINCIPALI | | |
|------------------|--|---|
| 5 | 5.1 Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate) | luce nella direzione delle travi principali |
| | 5.2 Travi e solette continue su n luci, indicando con: $L_m = 1/n \cdot (L_1 + L_2 + \dots + L_n)$ | $L_\phi = kL_m$ dove: $n = 2 - 3 - 4 \geq 5$ $k = 1,2 - 1,3 - 1,4 - 1,5$ |
| | 5.3 Portali: - a luce singola - a luci multiple | da considerare come trave continua a tre luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti e la lunghezza del traverso) da considerare come trave continua a più luci (usando la 5.2 considerando le altezze dei piedritti terminali e la lunghezza di tutti i traversi) |
| | 5.4 Solette ed altri elementi di scatolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera $\leq 5,0$ m e luce libera $\leq 8,0$ m). Per gli scatolari che non rispettano i precedenti limiti vale il punto 5.3, trascurando la presenza della soletta inferiore e considerando un coefficiente riduttivo del Φ pari a 0,9, da applicare al coefficiente Φ | $\Phi_2 = 1,20$; $\Phi_3 = 1,35$ |
| | 5.5 Travi ad asse curvilineo, archi a spinta eliminata, archi senza riempimento. | metà della luce libera |
| | 5.6 Archi e serie di archi con riempimento | due volte la luce libera |

8.4.2 Distribuzione dei carichi ferroviari

I sovraccarichi ferroviari verticali ed orizzontali si distribuiscono, a partire dalla larghezza delle traversine (2.4 m) con pendenza 4 a 1 all'interno del ballast (0.80 m) e con pendenza a 45° negli eventuali strati di sub-ballast, super compattato, rinterro e all'interno del semispessore della soletta superiore di calcestruzzo (0.60 m).

$$L_d = 2.4 + (2 \cdot 0.8/4) + (2 \cdot 0.2) + (2 \cdot 0.6/2) = 3.8 \text{ m}$$

8.4.3 Treno di carico LM71

Il treno di carico LM71 è costituito da 4 assi verticali da 250 kN con interasse di 1,60 m e carico distribuito (segmentabile) di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,80 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata. La distribuzione dei carichi del treno LM71 è rappresentata di seguito.

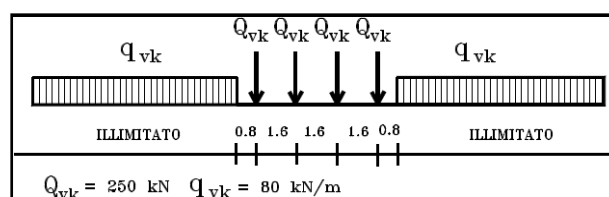


Figura 18 – Trenodi carico LM71

| Treno | Tipo | Q _{vk} | q _{vk} | L _{long} | L _d | q _{vk} | α | Φ ₃ | q _{vd} |
|-------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------------|-----|----------------|-----------------|
| | | [kN] | [kN/m] | [m] | [m] | [kN/m ²] | [-] | [-] | [kN/m] |
| LM71 | Carico concentrato | 1000 | - | 6.40 | 3.8 | 37.2 | 1.1 | 1.35 | 61.1 |

Tabella 2 –Treno di carico LM71

Tale azione carica parzialmente (nelle zone di bordo) l'orizzontamento Z3. L'incremento di spinta orizzontale dovuto al peso del treno agente sulla parete X1, X2b, X3b e X4, è pari a:

$$S_{Q_{\text{treno}}} = Q_{\text{treno}} \times k_0 = 61.1 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 25.2 \text{ kN/m}^2$$

8.5 SCARICHI PENSILINE

In corrispondenza delle opere in progetto, sono situati le colonne delle pensiline di banchina della fermata. Le colonne delle pensiline sono fondate su plinti di fondazione aventi dimensioni pari ad 2.05m x 2.05m x 0.6 m.

Il carico applicato è calcolato aggiungendo allo scarico massimo della pensilina (321 kN allo SLE, 489 kN allo SLU, 164 kN allo SLV), il peso del plinto di fondazione (63 kN allo SLE e allo SLV, 63x1.35 = 85 kN allo SLU). Il carico agente sul solettone di copertura può essere calcolato considerando, cautelativamente, un angolo di diffusione pari a 45° fino al semispessore della soletta. Si ottiene un carico caratteristico per unità di superficie distribuito su un'area quadrata di lato pari 3.45 m. In particolare, sono stati considerati direttamente i seguenti valori di combinazione:

| | |
|-----|---|
| SLE | $384 / (3.45 \times 3.45) = 32.3 \text{ kN/m}^2$ |
| SLU | $320.1 / (3.45 \times 3.45) = 48.2 \text{ kN/m}^2$ |
| SLV | $G_{2\text{PENS}} = 320.1 / (3.45 \times 3.45) = 19.1 \text{ kN/m}^2$ |

Nel caso in esame, gli effetti degli scarichi della pensilina sono applicati al solettone Z3 nella parte terminale interessata dallo scarico delle colonne.

8.6 SOVRACCARICHI BANCHINA E SOTTOPASSO

Si considera un carico variabile d'esercizio di Cat. C3 (stazioni ferroviarie) pari a 5 kN/m², in accordo con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018 Tabella 3.1.II.7 agente sulle solette Z2 e, parzialmente, sulla soletta Z3 nell'area occupata dalla banchina.

L'incremento di spinte orizzontali si considera agente su tutte le pareti verticali e risulta pari a:

$$S_{Qv} = Q_v \times k_0 = 5.0 \text{ kN/m}^2 \times 0.412 = 2.1 \text{ kN/m}^2$$

8.7 AZIONI TERMICHE

In accordo con quanto previsto dal MdP RFI 2019, alla soletta superiore Z3 si applica una variazione termica uniforme pari a $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$ ed una variazione nello spessore tra estradosso ed intradosso pari a $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$.

8.8 RITIRO

Gli effetti del ritiro vanno valutati a "lungo termine" attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005 e D.M.17-01-2018. I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura Z3 ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro che viene posta, cautelativamente, pari a -10°C .

Tale variazione di temperatura (ΔT_{ritiro}) è stata calcolata nelle seguenti ipotesi:

Umidità media RH: 80%

Tempo in giorni dal getto: 1 anno (365 gg.)

In accordo con paragrafo 11.2.10.6 del D.M.17-01-2018 si ha:

$$\epsilon_{c0} = -0.24\text{‰};$$

$$h_0 = 1100\text{mm};$$

$$\epsilon_{cd,\infty} = -0.24 \cdot k_h = -0.24 \times 0.70 = -0.168\text{‰}.$$

Attraverso la formula 11.2.8 del D.M.17-01-2018, si ottiene la deformazione da essiccamento a 365 gg.

$$\epsilon_{cd}(365\text{gg}) = 0.0000452;$$

il valore medio del ritiro autogeno è invece calcolato con la formula 11.2.10 del D. M. 17-01-2018:

$$\varepsilon_{ca} = 0.000055;$$

Per cui la deformazione totale per ritiro vale:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 0.0000452 + 0.000055 = 0.00010.$$

Il coefficiente di dilatazione termica $\varepsilon = 0.000012$, per cui:

$$\Delta T = \varepsilon_{cs} / \alpha = 8.3^{\circ}\text{C} \approx 10^{\circ}\text{C}$$

8.9 AZIONI SISMICHE

Nell'analisi pseudo-statica 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:

$$F_h = k_h \cdot W; \quad \text{forza sismica orizzontale}$$

$$F_v = k_v \cdot W; \quad \text{forza sismica verticale}$$

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

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}; \quad \text{coeff. sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0,5 k_h; \quad \text{coeff. sismico verticale}$$

Dove:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S_S = coeff. amplificazione stratigrafica

S_T = coeff. di amplificazione topografica

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

8.9.1 Pericolosità sismica

Per la caratterizzazione sismica del sito si è utilizzata la zonazione di cui al DM 17/01/2018, introducendo le coordinate geografiche di latitudine e longitudine proprie del sito di costruzione.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta |>

Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

L'azione sismica è stata individuata in accordo con le normative vigenti sulla base dei seguenti parametri:

- Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso dell'opera III $C_U = 1.5$

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Stati limite di esercizio - SLE | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$ | <input type="text" value="45"/> |
| | | <input type="text" value="75"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$ | <input type="text" value="712"/> |
| | | <input type="text" value="1462"/> |

Elaborazioni

Grafici parametri azione |>

Grafici spettri di risposta |>


Tabella parametri azione |>

LEGENDA GRAFICO

---○--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

L'azione sismica di progetto viene calcolata con riferimento allo SLV, per il quale si calcola un periodo di ritorno dell'azione sismica di progetto pari a 712 anni. In funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica, sono definiti i parametri di base dell'azione sismica:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- 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;

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_c^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 45 | 0.033 | 2.484 | 0.207 |
| SLD | 75 | 0.042 | 2.488 | 0.226 |
| SLV | 712 | 0.113 | 2.447 | 0.277 |
| SLC | 1462 | 0.146 | 2.475 | 0.283 |

Figura 19 – Tabella parametri azione

In funzione della categoria del sottosuolo e della categoria topografica, si valutano le azioni sismiche di base per il sito in esame. In particolare, sono definite:

- Categoria di sottosuolo C
- Categoria topografica T1

Da cui si evincono i seguenti valori del coefficiente stratigrafico e topografico

- Coefficiente stratigrafico $S_s = 1.50$
- Coefficiente topografico $S_t = 1.00$

Come anzidetto, il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove :

- $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità;

| Coefficientsi sismici agli SLV | | | |
|--------------------------------|---|-------|---------------------------------------|
| $S=S_s \times S_T$ | = | 1.50 | |
| a_{max} | = | 0.170 | g |
| β_m | = | 1.00 | Struttura che non subisce spostamenti |
| K_h | = | 0.170 | coeff. sismico orizzontale |
| K_v | = | 0.085 | coeff. sismico verticale |

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato secondo la *formula di Wood*:

$$\Delta P_d = \alpha \gamma H^2 = 0.170 \times 20 \times 7.17^2 = 174.8 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t$$

dove:

- $H = 7.17\text{m}$ è l'altezza sulla quale agisce la spinta,
- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ è il peso per unità di volume del terreno di rinfianco
- β_m , S_s e S_t assumono i valori precedentemente descritti.

Il punto di applicazione va preso a metà altezza.

Nel caso specifico, cautelativamente, per ciascun verso e direzione dell'azione sismica, su tutte le pareti è stata applicata un'azione sismica alla Wood per unità di superficie, considerando l'altezza complessiva della struttura, pari a 7.17 m.

$$\Delta P_d / H = \alpha \gamma H^2 = 174.8 / 7.17 = 24.4 \text{ kN/m}^2$$

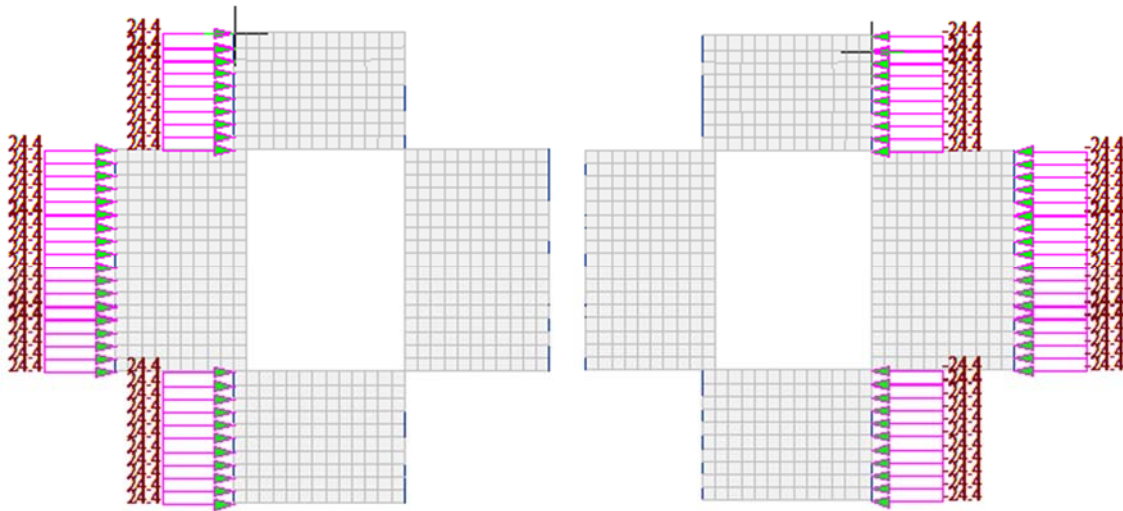


Figura 20 – Incrementi di spinta in condizione sismica del terreno in direzione Y (pareti X) – Ey+ e Ey-

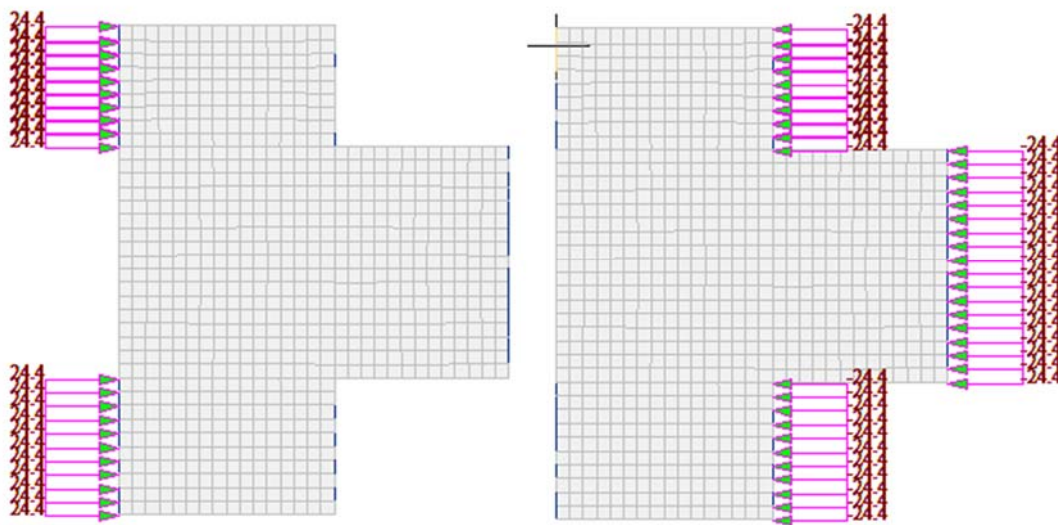


Figura 21 – Incrementi di spinta in condizione sismica del terreno in direzione X (pareti Y) – Ex+ e Ex-

Si ricorda, infine, che gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate al peso proprio e ai seguenti carichi gravitazionali:

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

Dove si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari $\psi_{2j} = 0,2$ così come definito in Tabella 5.2.V del MdP RFI 2019.

G_1 =massa associata al peso proprio;

G_2 =massa associata al carico permanente;

Q_k =carico ferroviario ($\psi=0.2$) e carichi variabile ($\psi=0.6$)

I carichi sono dunque dapprima convertiti in masse e, successivamente, applicati come azioni statiche equivalenti in funzione dell'accelerazione a_{max} .

9 COMBINAZIONI DI CARICO

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è stata effettuata con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right];$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema. I coefficienti parziali di sicurezza, $\gamma_{M,i}$ e $\gamma_{F,j}$, associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato direttamente come $E_d = E_k \cdot \gamma_E$ con $\gamma_E = \gamma_F$:

$$E_d = \gamma_E E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right];$$

La verifica della relazione $R_d \geq E_d$ è stata effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali (cfr tabelle sotto), rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE | (M1) | (M2) |
|--|---|-----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coazione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_r | 1,0 | 1,0 |

Tabella 3 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni

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

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,8$ | $\gamma_R = 2,3$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,1$ | $\gamma_R = 1,1$ |

Tabella 4 – Coefficienti parziali per le resistenze

Nel caso specifico le verifiche tipo geotecniche (GEO), di equilibrio di corpo rigido (EQU) e strutturali (STR) sono state condotte sulla base dell'Approccio 2, che prevede la combinazione dei seguenti coefficienti:

- A1+M1+R3

Per le verifiche agli stati limite si considerano le combinazioni di carico previste nel DM del 17/01/2018 al punto 2.5.3 (“Combinazioni delle azioni”) che descrivono le combinazioni in generale.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_2 \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti di cui alla *Tabella 5.2.IV del DM 17/01/2018* di seguito riportata.

In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

| TIPO DI CARICO | Azioni verticali | | Azioni orizzontali | | | Commenti |
|----------------|----------------------|---------------|------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| | Carico verticale (1) | Treno scarico | Frenatura e avviamento | Centrifuga | Serpeggio | |
| Gruppo 1 (2) | 1,0 | - | 0,5 (0,0) | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,0) | massima azione verticale e laterale |
| Gruppo 2 (2) | - | 1,0 | 0,0 | 1,0 (0,0) | 1,0 (0,0) | stabilità laterale |
| Gruppo 3 (2) | 1,0 (0,5) | - | 1,0 | 0,5 (0,0) | 0,5 (0,0) | massima azione longitudinale |
| Gruppo 4 | 0,8 (0,6;0,4) | - | 0,8 (0,6;0,4) | 0,8 (0,6;0,4) | 0,8 (0,6;0,4) | Fessurazione |

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Nella tabella sopra riportata è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

In fase di combinazione, ai fini delle verifiche degli SLU e SLE per la verifica delle tensioni, si considera il solo Gruppo di Carico 3 che risulta maggiormente gravoso rispetto al Gruppo 1. A favore di sicurezza, essendo il problema della fessurazione molto sentito nelle opere ferroviarie interrate, il Gruppo 3 viene considerato anche ai fini delle verifiche a fessurazione (da eseguirsi in combinazione rara).

I Gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} .

I coefficienti di amplificazione dei carichi g e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

| Coefficiente | | | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Ballast ⁽³⁾ | favorevoli | γ_B | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾ | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Precompressione | favorevole | γ_P | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevole | | 1,00 ⁽⁵⁾ | 1,00 ⁽⁶⁾ | 1,00 |
| Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente | favorevole | γ_{Ce} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevole | d | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

| Azioni | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole | Carico sul rilevato a tergo delle spalle | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| da traffico | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80 | 0,50 | 0,0 |
| Gruppi di carico | gr_1 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr_2 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | - |
| | gr_3 | 0,80 ⁽²⁾ | 0,80 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| | gr_4 | 1,00 | 1,00 ⁽¹⁾ | 0,0 |
| Azioni del vento | F_{Wk} | 0,60 | 0,50 | 0,0 |
| Azioni da neve | in fase di esecuzione | 0,80 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Azioni termiche | T_k | 0,60 | 0,60 | 0,50 |

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ (punto 3.2.4 del DM 17/01/2018) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le condizioni elementari e le combinazioni di carico sono elencate per esteso nel capitolo 14, in cui sono riportati i tabulati di calcolo del software.

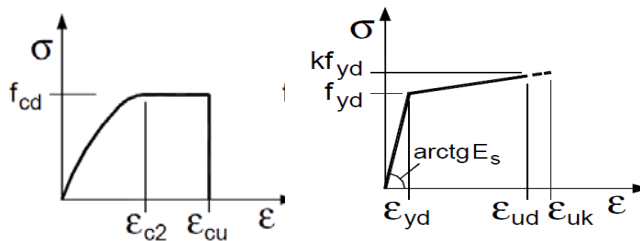
10 CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 17.01.18.

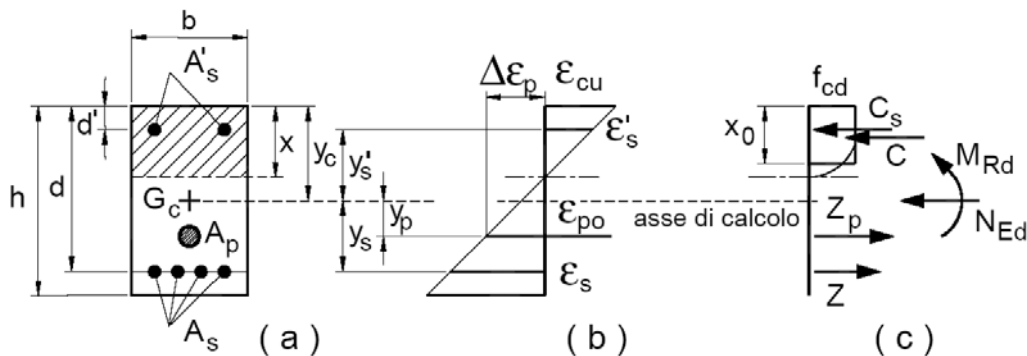
10.1 VERIFICHE ALLO SLU

10.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC18, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

10.1.2 Taglio

Per la verifica di resistenza allo SLU con riferimento alle sollecitazioni taglianti deve risultare:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Il taglio V_{Ed} è pari ai massimi valori del taglio sollecitante derivante dall'analisi per i vari elementi strutturali. Per tutti gli elementi strutturali il massimo taglio si riscontra in corrispondenza della sezione di attacco tra l'elemento stesso e quello ad esso ortogonale.

[NTC – 4.1.2.1.3.1] La resistenza a taglio in assenza di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) \leq 0.02$;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0.02 f_{cd}$;
- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

[NTC – 4.1.2.1.3.2] In presenza di armatura resistente a taglio, il taglio resistente V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} .

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

in cui:

- d è l'altezza utile della sezione (in mm);
- b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).
- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;
- f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima, pari a $0.5 f_{cd}$;
- α è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- θ è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa.

10.2 VERIFICHE AGLISLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio, il livello tensionale nei materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

10.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel MdP RFI.

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

10.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel MdPRFI.

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate dal DM 17.1.), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie | X0, XC1, XC2, XC3, XF1 |
| Aggressive | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4 |

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite $w_1=0.20$ mm sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

11 ANALISI E VERIFICHE SEZIONE DI CALCOLO “A”

11.1 INVILUPPO DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Di seguito si riportano i risultati dell’analisi effettuata mediante l’ausilio del programma di calcolo in termini di involuppo delle sollecitazioni.

Gli involuppi delle sollecitazioni sono presentati in forma di diagrammi. Nei tabulati di calcolo sono riportati, invece, i valori numerici per le sezioni significative per tutte le combinazioni di carico precedentemente descritte.

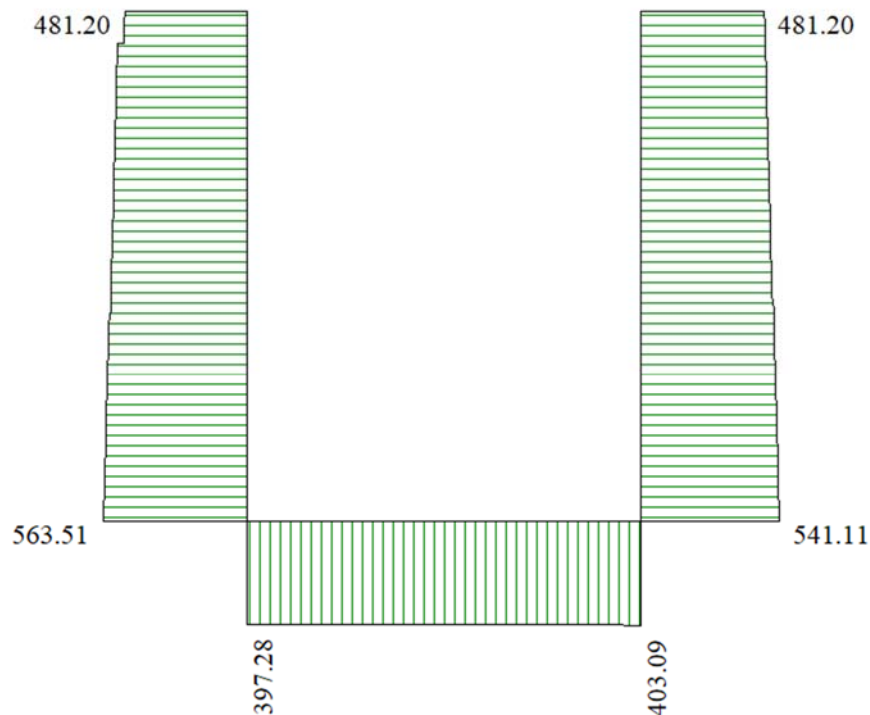


Figura 22 – Involuppo Sforzo Normale SLU

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 51 di 119 |

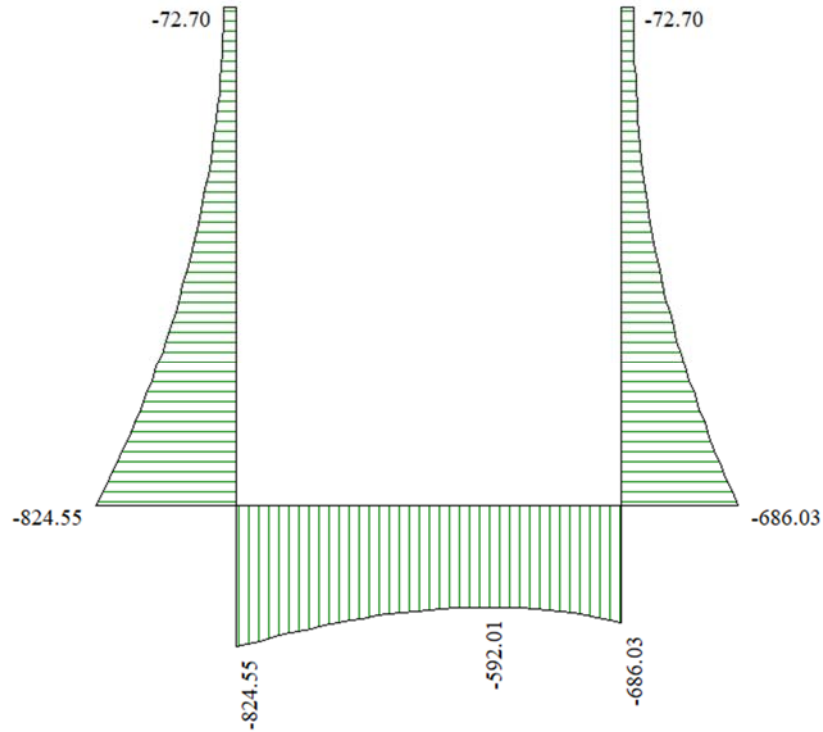


Figura 23 – Involuppo Momento Flettente SLU

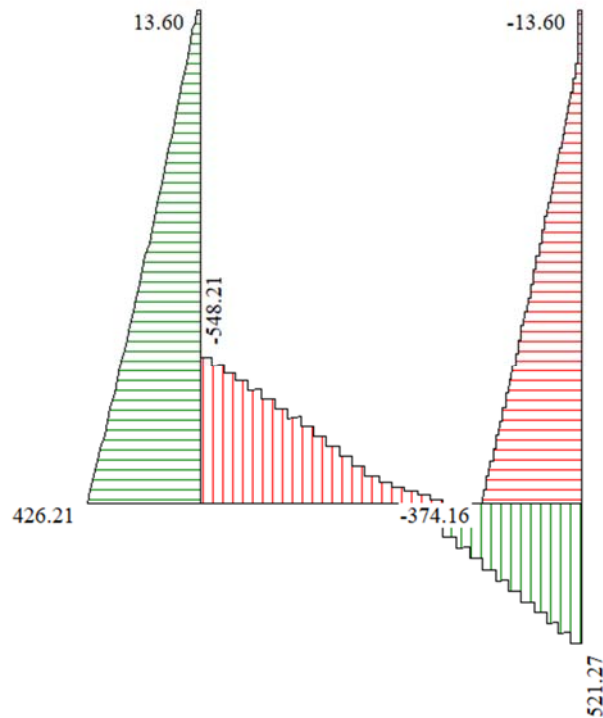


Figura 24 – Involuppo Taglio SLU

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 52 di 119 |

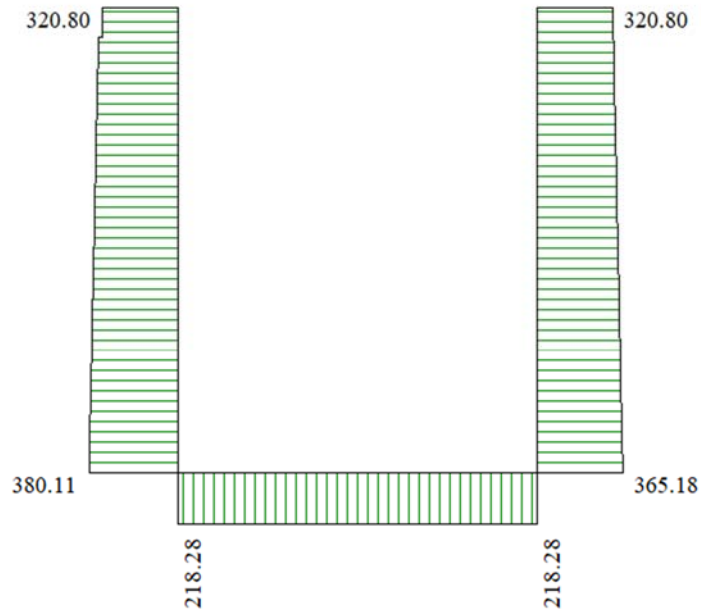


Figura 25 – Involuppo Sforzo Normale SLE

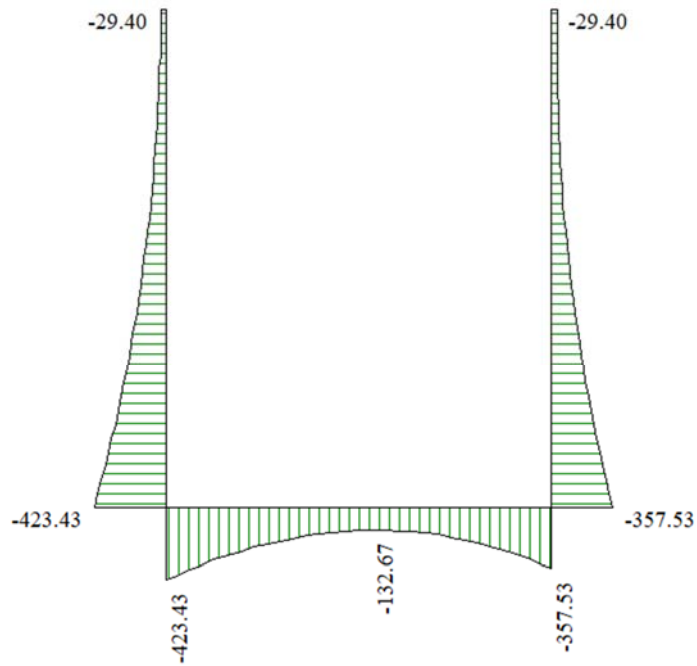


Figura 26 – Involuppo Momento Flettente SLE

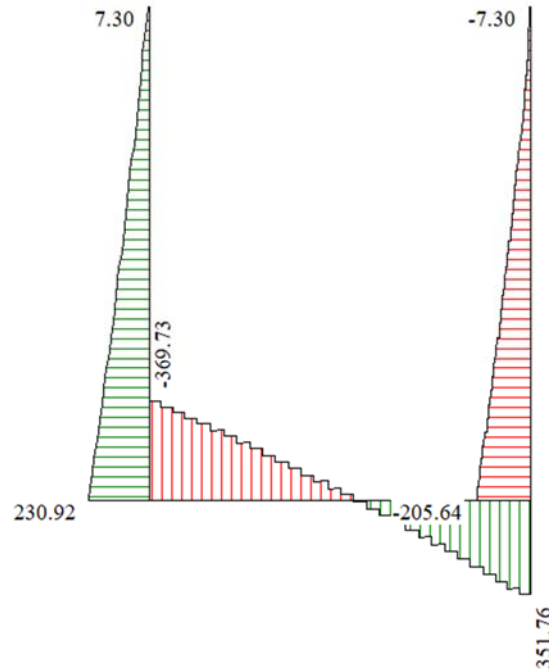


Figura 27 – Involucro Taglio SLE

11.2 ARMATURE DI PROGETTO

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per le sezioni di calcolo in questione:

| Elemento | Armatura a flessione | |
|------------|------------------------|----------------|
| | Lato esterno (terreno) | Lato interno |
| PIEDRITTI | 1 ϕ 26/10 | 1 ϕ 22/20 |
| FONDAZIONE | 1 ϕ 26/10 | 1 ϕ 22/20 |

Per quanto riguarda l'armatura a taglio, si posizionano spilli ϕ 12/20x20 cm nelle sezioni terminali per una lunghezza di almeno 100cm dal filo esterno del nodo con le solette.

Nei seguenti paragrafi, si riportano i risultati delle verifiche per i diversi elementi.

11.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

11.3.1 Verifiche a pressoflessione (SLU)

Il software esegue in automatico le verifiche strutturali allo stato limite ultimo secondo i criteri esposti al paragrafo 10.1 Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 6 cm. Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo.

11.3.2 Verifiche a taglio (SLU)

Le verifiche a taglio vengono eseguite attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc che consentono di calcolare il taglio resistente in assenza e/o in presenza di apposita armatura a taglio secondo quanto previsto dalle NTC2018. I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate per la struttura in esame (a filo parete) sono riepilogati di seguito. Nella prima tabella viene mostrata la verifica a taglio del calcestruzzo senza il contributo delle armature, mentre nella seconda tabella si mostra, per gli elementi per i quali la prima verifica non risulta soddisfatta, il dimensionamento della specifica armatura a taglio.

Tabella 5 – Verifica a taglio in assenza di specifica armatura

| VERIFICA PER ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO: $V_{Ed} < V_{Rd}$ | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------|------|------|------|------|--------------------|----------|--------------|---------------|-----------|----------|----------|
| Sezione | $V_{Ed,max}$ | h | c | d | b | k | A_l | ρ_l | $N_{Ed,min}$ | σ_{cp} | v_{min} | V_{Rd} | VERIFICA |
| | [kN] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [mm ²] | [-] | [kN] | [MPa] | [-] | [kN] | |
| Fondazione | 458.2 | 500 | 60 | 440 | 1000 | 1.67 | 5309.3 | 1.2E-02 | 0.0 | 0.000 | 0.43 | 298.8 | NO |
| Piedritto inf | 400.6 | 500 | 60 | 440 | 1000 | 1.67 | 5309.3 | 1.0E-02 | 217.2 | 0.434 | 0.43 | 327.5 | NO |

Come si evince dalla precedente tabella, le verifiche in assenza di armatura a taglio non risultano soddisfatte. Nella seguente tabella viene quindi mostrato il dimensionamento di specifiche armature resistenti a taglio, costituite nel caso in esame da spilli.

| VERIFICA PER ELEMENTI ARMATI A TAGLIO: $V_{Ed} < V_{Rd}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------------------|----------------|--------|--------------------|--------------------|----------|----------------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|------|
| SEZIONE CLS | | | ARMATURA A TAGLIO | | | | | V_{Ed} | TAGLIO COMPRESSIONE | | | | TAGLIO TRAZIONE | | | FS |
| Sezione | h | d | b | ϕ_{legat} | Bracci | A_ϕ | A_{sw} | | α_c | f'_{cd} | $cot\theta$ | V_{Rcd} | $cot\alpha$ | S_{eff} | V_{Rsd} | |
| | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [mm ²] | [mm ²] | [-] | [N/mm ²] | [-] | [kN] | [-] | [mm] | [kN] | | |
| Fondazione | 500 | 440 | 1000 | 12 | 5.0 | 113.1 | 565.5 | 458 | 1.00 | 9.07 | 2.0 | 1452 | 0.0 | 200 | 859.9 | 1.88 |
| Piedritto inf | 500 | 440 | 1000 | 12 | 5.0 | 113.1 | 565.5 | 401 | 1.00 | 9.07 | 2.0 | 1452 | 0.0 | 200 | 859.9 | 2.15 |

11.3.3 Verifiche allo SLE

Il software esegue in automatico le verifiche strutturali allo stato limite di esercizio (verifica alle tensioni e verifica a fessurazione) secondo i criteri esposti al paragrafo 10.2. Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 6 cm. Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo.

Inviluppo spostamenti fondazione

| X [m] | u_{Ymin} [cm] | u_{Ymax} [cm] |
|-------|-----------------|-----------------|
| 0.25 | 0.6488 | 3.6721 |
| 0.33 | 0.7280 | 3.7158 |
| 0.42 | 0.8057 | 3.7584 |
| 0.50 | 0.8817 | 3.8000 |
| 0.59 | 0.9650 | 3.8453 |
| 0.69 | 1.0464 | 3.8895 |
| 0.78 | 1.1260 | 3.9327 |
| 0.87 | 1.2038 | 3.9749 |
| 0.97 | 1.2798 | 4.0164 |
| 1.06 | 1.3540 | 4.0571 |
| 1.15 | 1.4266 | 4.0971 |
| 1.25 | 1.4975 | 4.1364 |
| 1.34 | 1.5668 | 4.1750 |
| 1.43 | 1.6345 | 4.2131 |
| 1.53 | 1.7006 | 4.2507 |
| 1.62 | 1.7652 | 4.2877 |
| 1.71 | 1.8282 | 4.3243 |
| 1.81 | 1.8897 | 4.3603 |
| 1.90 | 1.9497 | 4.3958 |
| 1.99 | 2.0082 | 4.4309 |
| 2.09 | 2.0652 | 4.4654 |
| 2.18 | 2.1208 | 4.4993 |
| 2.27 | 2.1748 | 4.5327 |
| 2.37 | 2.2273 | 4.5654 |
| 2.46 | 2.2783 | 4.5973 |
| 2.55 | 2.3277 | 4.6287 |
| 2.65 | 2.3756 | 4.6592 |
| 2.74 | 2.4219 | 4.6888 |
| 2.82 | 2.4619 | 4.7144 |
| 2.91 | 2.5006 | 4.7391 |
| 2.91 | 2.5379 | 4.7628 |

11.3.4 Verifiche geotecniche: verifica a carico limite

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

La verifica a carico limite è eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di una formula trinomia. Come è noto in letteratura esistono diverse formule che si differenziano tra loro per l'introduzione di fattori correttivi per tener conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità ed inclinazione del carico, ecc.

Nel caso in esame, si sono utilizzate le espressioni dei coefficienti proposti da Meyerhof. Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti per le combinazioni di carico più gravose.

Simbologia adottata

- IC Indice della combinazione
- Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
- N'c, N'q, N'γ Fattori di capacità portante corretti
- qu Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]
- QU Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
- QY Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
- FS Fattore di sicurezza a carico limite

| IC | Nc | Nq | Ny | N'c | N'q | N'γ | qu | QU | QY | FS |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|----------|---------|------|
| 1 | 50.59 | 37.75 | 44.43 | 54.98 | 34.86 | 24.92 | 3165 | 10253.02 | 1168.93 | 8.77 |
| 2 | 50.59 | 37.75 | 44.43 | 24.25 | 15.38 | 0.15 | 926 | 2999.88 | 468.17 | 6.41 |
| 3 | 50.59 | 37.75 | 44.43 | 54.98 | 34.86 | 24.92 | 3165 | 10253.10 | 1168.93 | 8.77 |
| 4 | 50.59 | 37.75 | 44.43 | 25.38 | 16.09 | 0.02 | 973 | 3152.47 | 489.01 | 6.45 |

12 ANALISI E VERIFICHE SEZIONE DI CALCOLO “B”

Nei successivi paragrafi si riportano i diagrammi involuppo delle caratteristiche della sollecitazione interna, espresse per metro di sviluppo lineare (kNm/m, kN/m) rispetto agli assi locali dei singoli elementi piani, così disposti:

- per le solette orizzontali la ternalocale x,y,z coincide con la terna di riferimento globale $GCS-X,Y,Z$;
- per le pareti in direzione X, l'asse x coincide con l'asse $GCS-X$, mentre l'asse y è orientato secondo l'asse globale verticale $GCS-Z$;
- per le pareti in direzione Y, l'asse x coincide con l'asse $GCS-Y$, mentre l'asse y è orientato secondo l'asse globale verticale $GCS-Z$;

Nel caso in esame, rispetto alle terne UCS le sollecitazioni di interesse sono così definite:

- F_{xx} : forza assiale per unità di lunghezza nella direzione x (perpendicolare al piano locale y,z);
- F_{yy} : forza assiale per unità di lunghezza nella direzione y (perpendicolare al piano locale x,z);
- V_{xx} : azione tagliante per unità di lunghezza nella direzione dello spessore nel piano locale y,z ;
- V_{yy} : azione tagliante per unità di lunghezza nella direzione dello spessore nel piano locale x,z ;
- M_{xx} : momento flettente per unità di lunghezza nella direzione locale x (momento fuori dal piano intorno all'asse locale y);
- M_{yy} : momento flettente per unità di lunghezza nella direzione locale y (momento fuori dal piano intorno all'asse locale x);

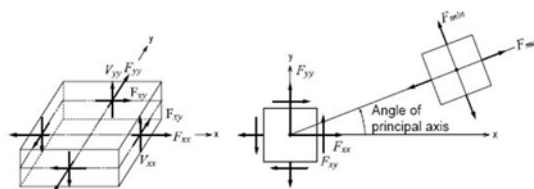


Figura 28 – Forze negli elementi piani

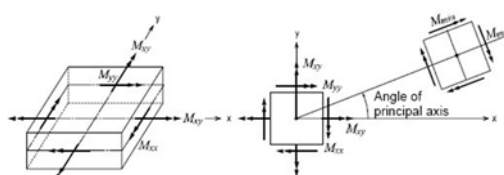


Figura 29 – Momenti negli elementi piani

12.1 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI ALLO SLU

12.1.1 Solette orizzontali

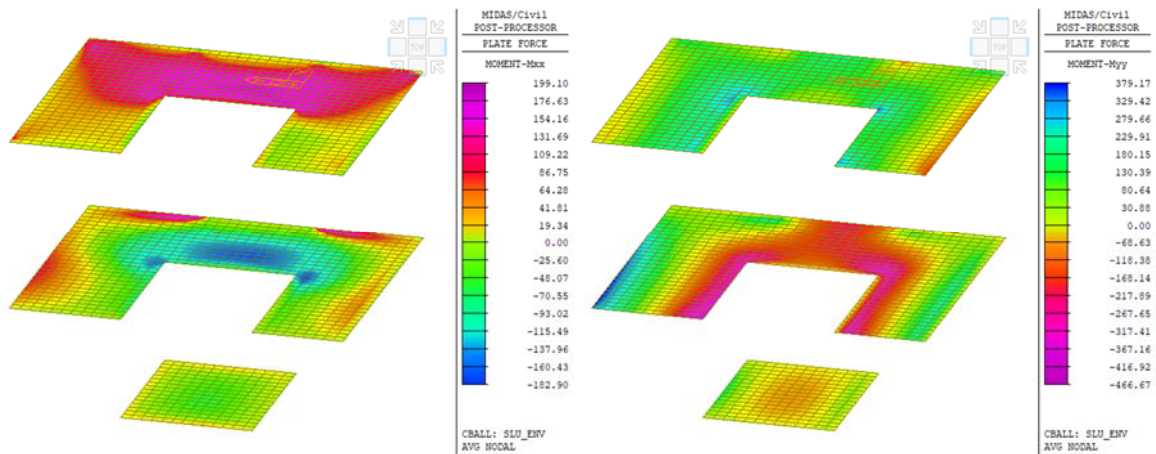


Figura 30 – Diagramma del momento flettente M_{xx} e M_{yy} (SLU) per solette orizzontali

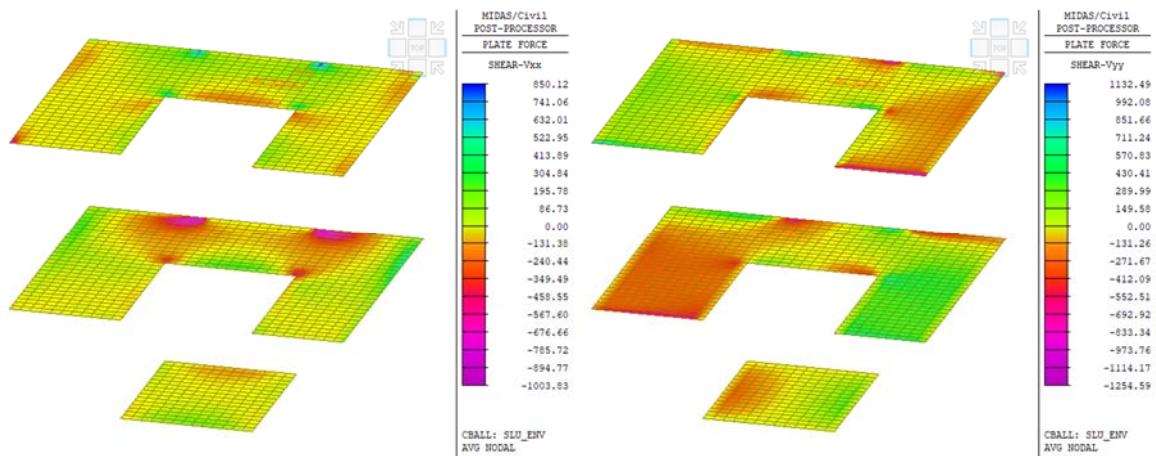


Figura 31 – Diagramma del taglio V_{xx} e V_{yy} (SLU) per solette orizzontali

12.1.2 Pareti in direzione X

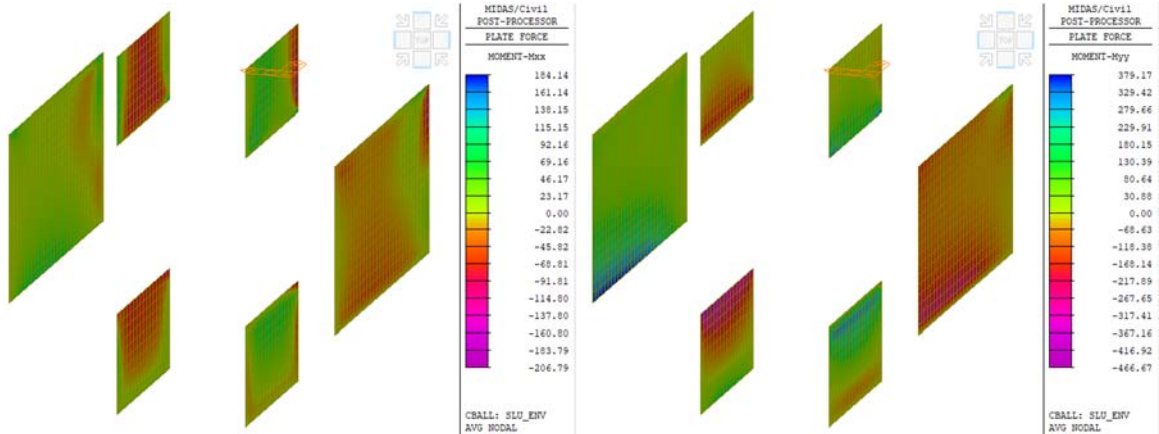


Figura 32 – Diagramma del momento flettente Mxx e Myy (SLU) per pareti in direzione X

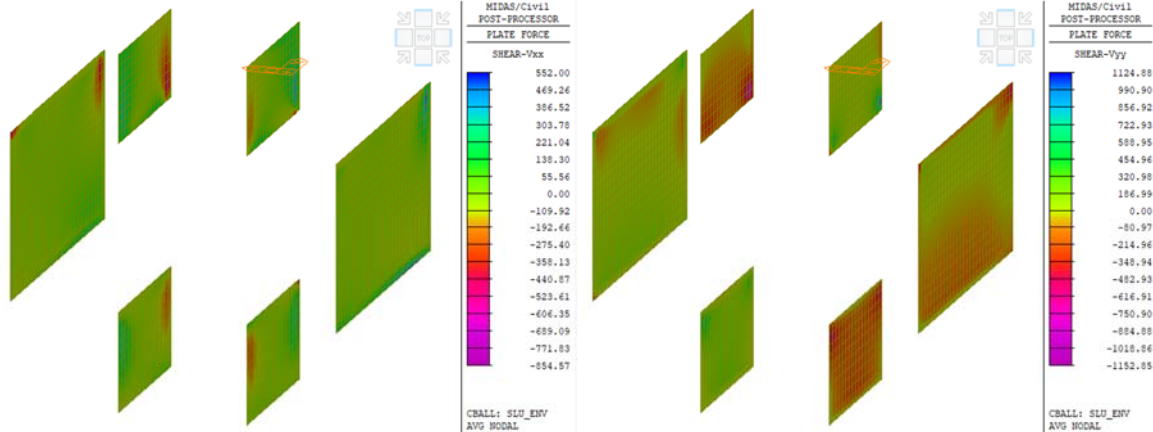


Figura 33 – Diagramma del taglio Vxx e Vyy (SLU) per pareti in direzione X

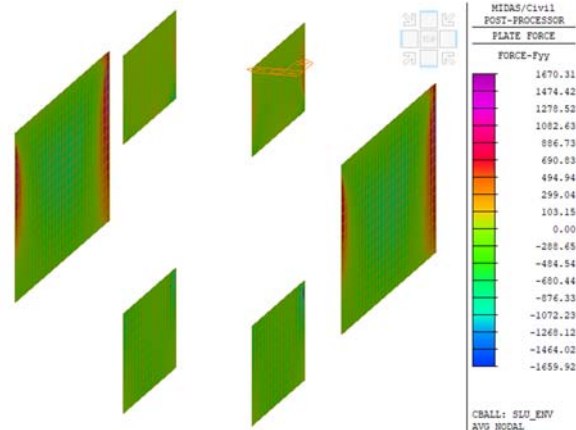


Figura 34 – Diagramma dello sforzo normale Fyy (SLU) per pareti in direzione X

12.1.3 Pareti in direzione Y

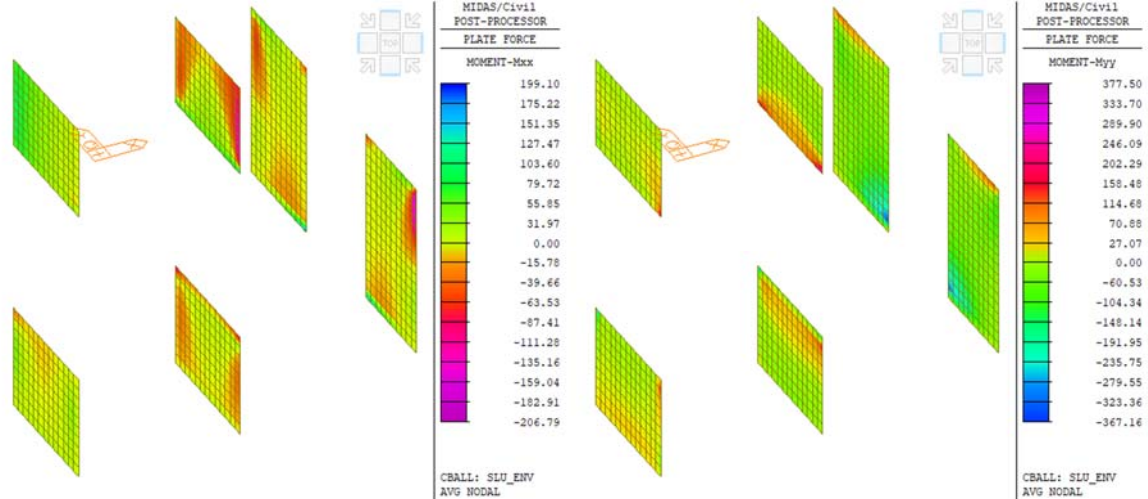


Figura 35 – Diagramma del momento flettente Mxx e Myy (SLU) per pareti in direzione Y

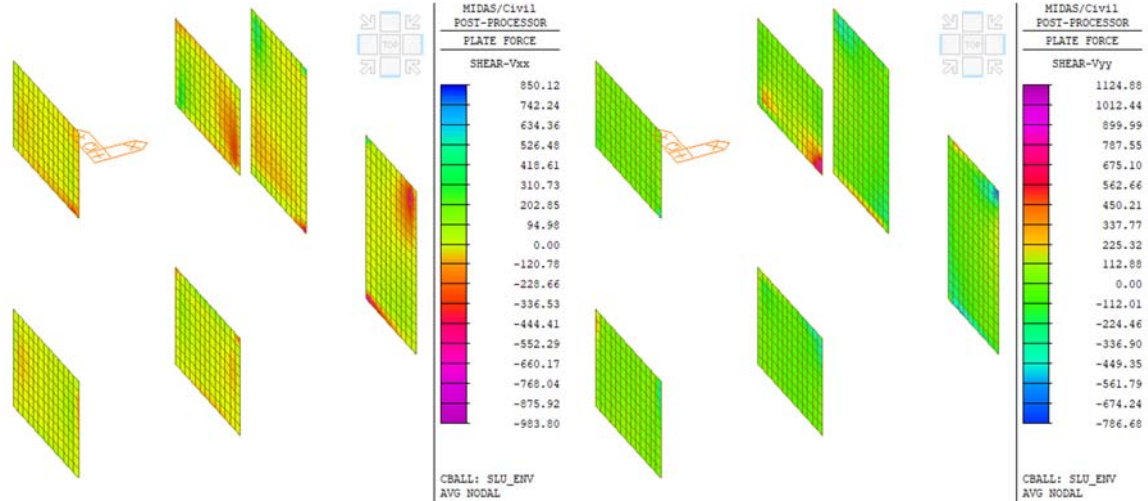


Figura 36 – Diagramma del taglio Vxx e Vyy (SLU) per pareti in direzione Y

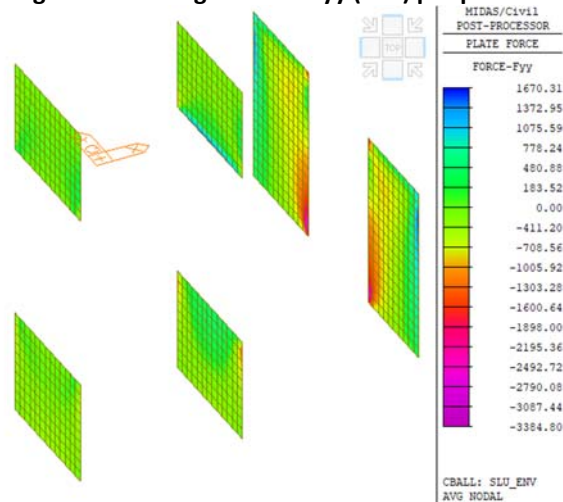


Figura 37 – Diagramma dello sforzo normale Fyy (SLU) per pareti in direzione Y

12.2 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI ALLO SLV

12.2.1 Solette orizzontali

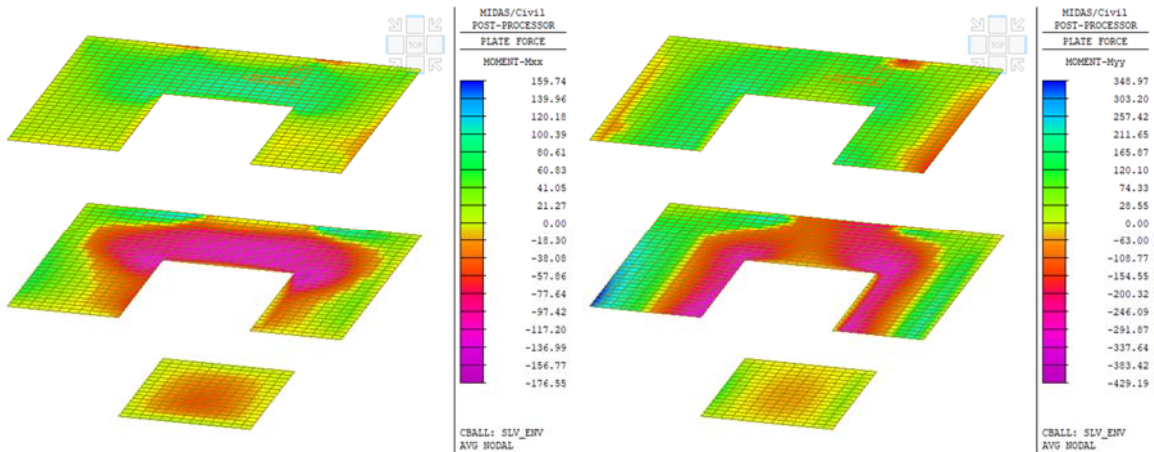


Figura 38 – Diagramma del momento flettente Mxx e Myy (Involuppo SLV) per solette orizzontali

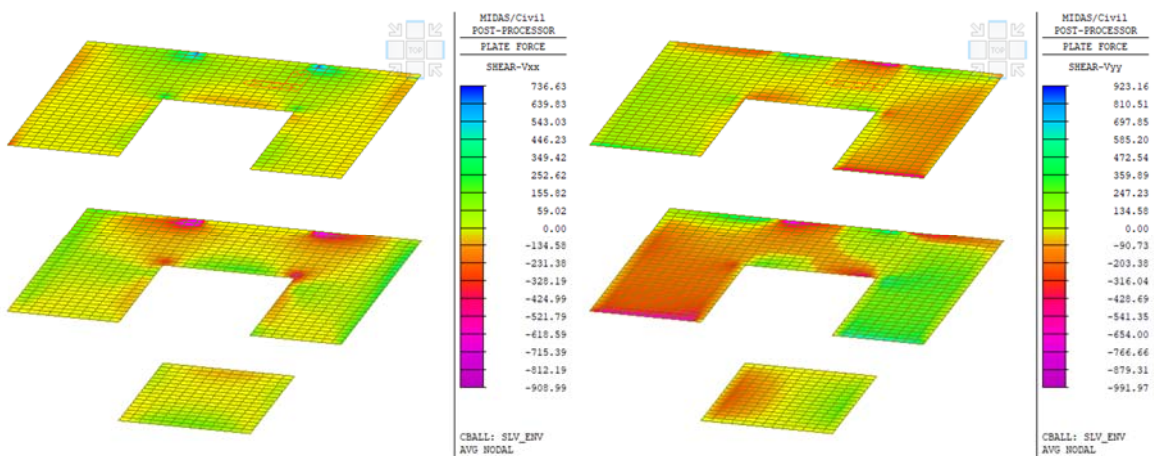


Figura 39 – Diagramma del taglio Vxx e Vyy (Involuppo SLV) per solette orizzontali

12.2.2 Pareti in direzione X

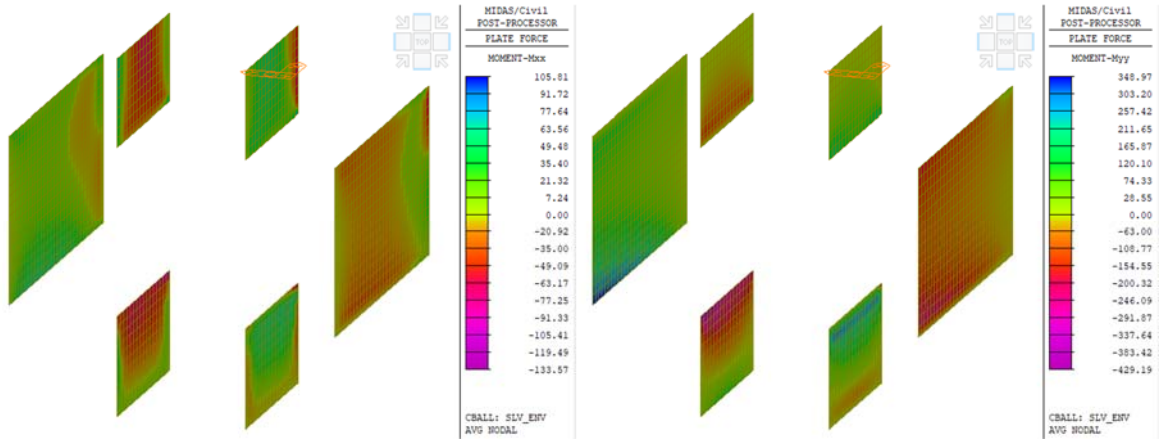


Figura 40 – Diagramma del momento flettente M_{xx} e M_{yy} (Inviluppo SLV) per pareti in direzione X

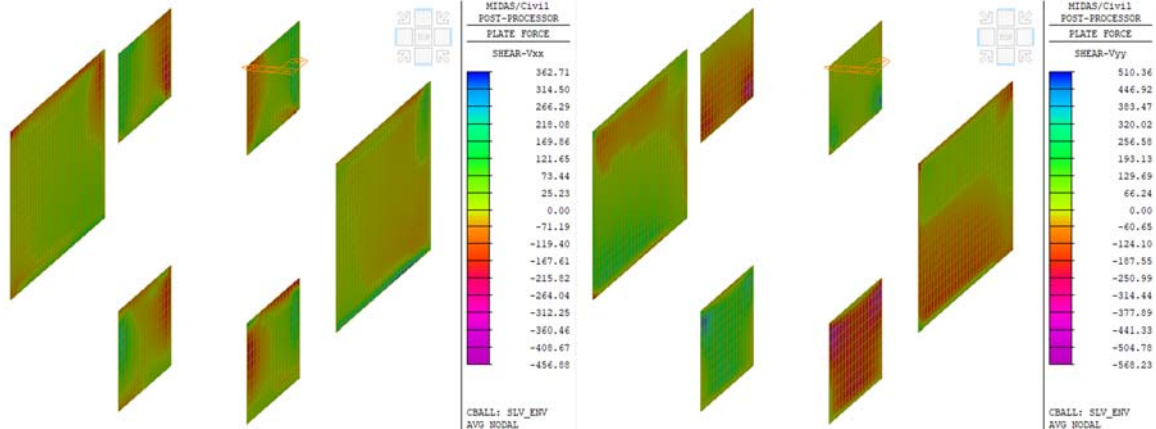


Figura 41 – Diagramma del taglio V_{xx} e V_{yy} (Inviluppo SLV) per pareti in direzione X

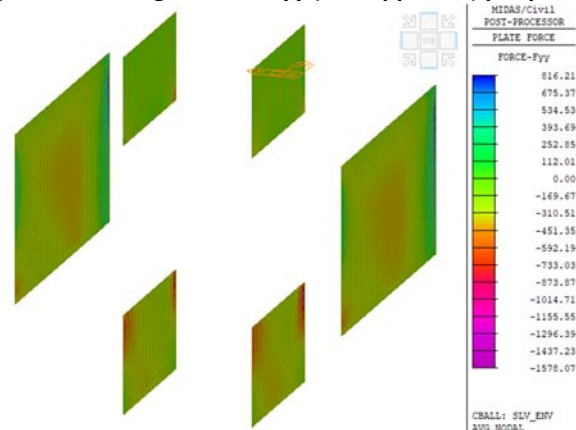


Figura 42 – Diagramma dello sforzo normale F_{yy} (Inviluppo SLV) per pareti in direzione X

12.2.3 Pareti in direzione Y

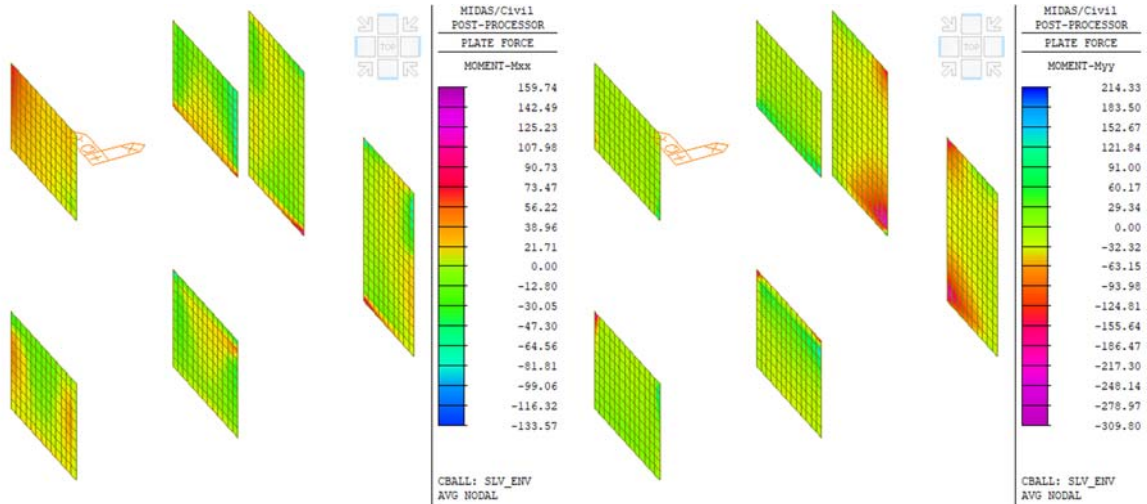


Figura 43 – Diagramma del momento flettente Mxx e Myy (Involuppo SLV) per pareti in direzione Y

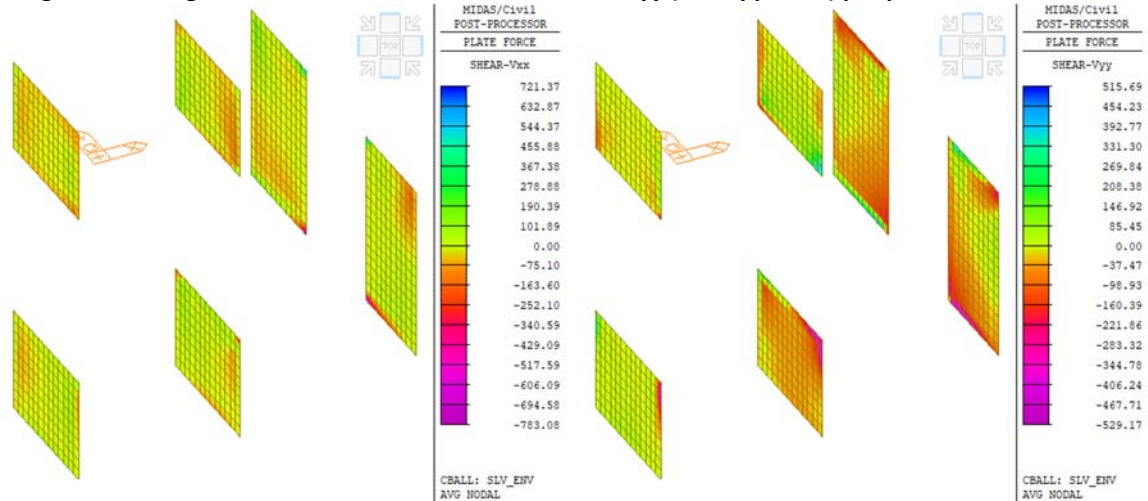


Figura 44 – Diagramma del taglio Vxx e Vyy (Involuppo SLV) per pareti in direzione Y

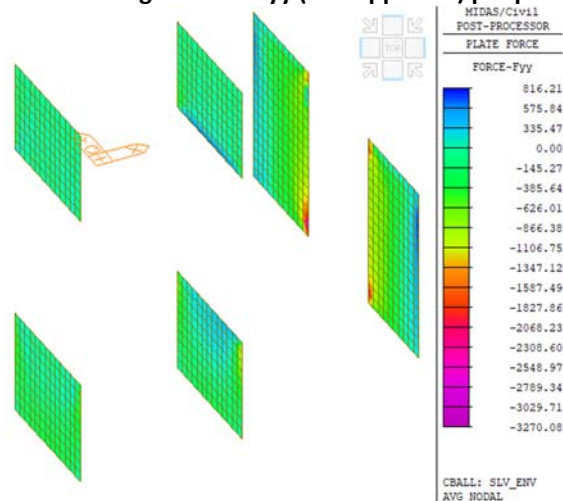


Figura 45 – Diagramma dello sforzo normale Fyy (Involuppo SLV) per pareti in direzione Y

12.3 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI IN ESERCIZIO (SLE-R)

12.3.1 Solette orizzontali

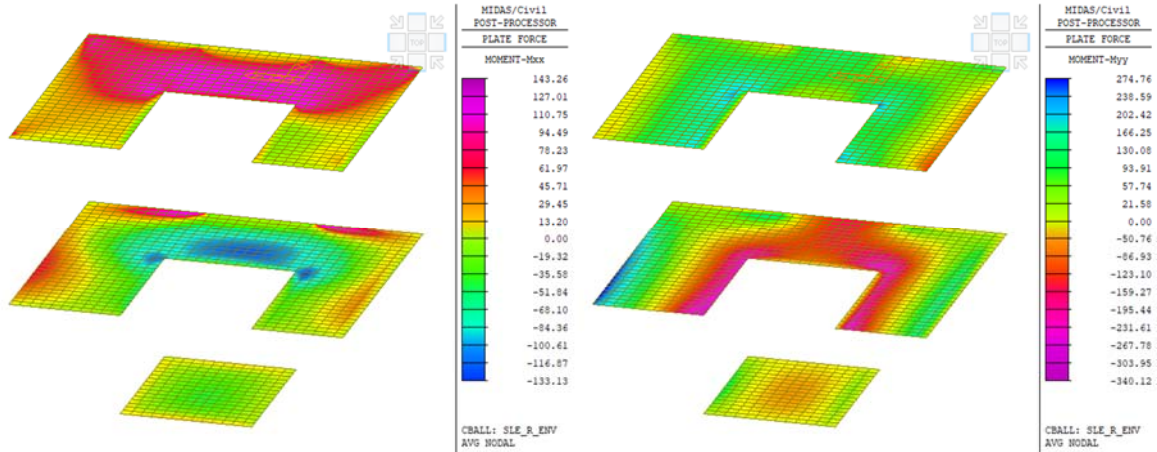


Figura 46 – Diagramma del momento flettente M_{xx} e M_{yy} (SLE-R) per solette orizzontali

12.3.2 Pareti in direzione X

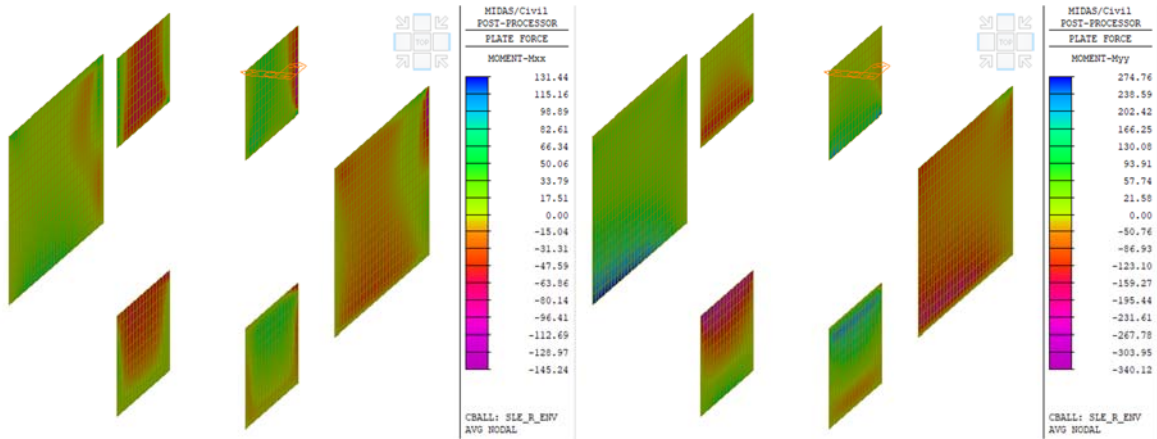


Figura 47 – Diagramma del momento flettente M_{xx} e M_{yy} (SLE-R) per pareti in direzione X

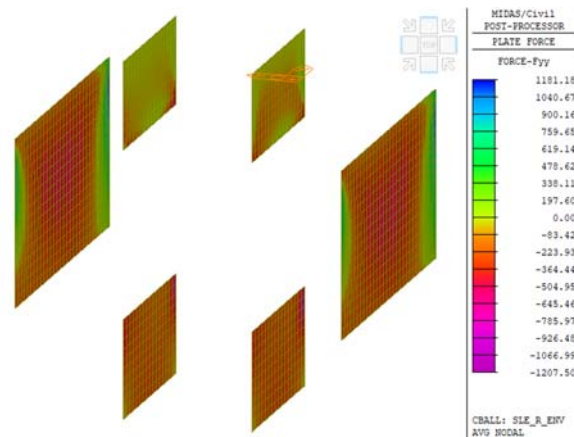


Figura 48 – Diagramma dello sforzo normale F_{yy} (SLE-R) per pareti in direzione X

12.3.3 Pareti in direzione Y

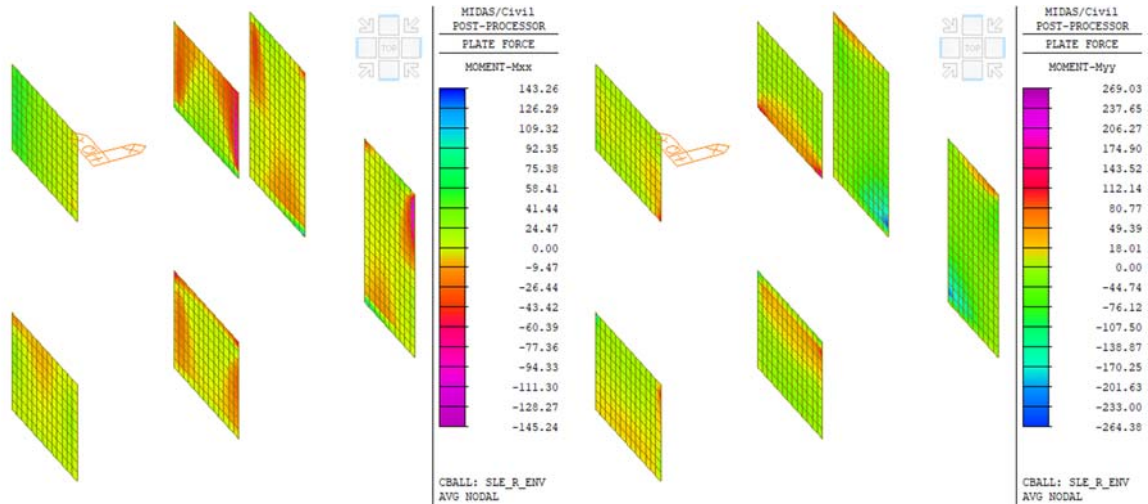


Figura 49 – Diagramma del momento flettente Mxx e Myy (SLE-R) per pareti in direzione Y

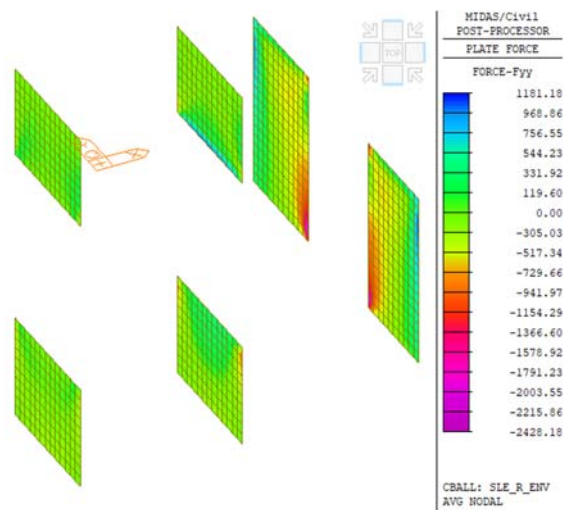


Figura 50 – Diagramma dello sforzo normale Fyy (SLE-R) per pareti in direzione Y

12.4 VERIFICHE ALLO SLU

Le caratteristiche delle sollecitazioni assunte in fase di verifica escludono le eventuali concentrazioni puntuali nelle zone di bordo, mediando tali risultati su una fascia comprensiva di più elementi shell ed estromettendo i risultati compresi nei semispessori degli elementi strutturali trasversali (nodi).

12.4.1 Verifiche a flessione

Gli elementi strutturali presentano armature longitudinali e trasversali simmetriche e costanti lungo tutti gli elementi strutturali. Di seguito si riporta una sintesi dei momenti resistenti, calcolati considerando l'armatura effettivamente presente nella fascia di un metro. Le verifiche sono svolte trascurando, cautelativamente, il contributo dello sforzo normale. Le verifiche sono state eseguite con il software PresFle+ 5.13.

| ARMATURE PRINCIPALI | | | | | | | | |
|---------------------|------|------|-------|----------|------|------|--------------------|--------------------|
| Elemento | b | h | Comb. | Armature | c | d | A _s | M _{Rd,yy} |
| | [mm] | [mm] | | | [mm] | [mm] | [mm ²] | [kNm] |
| Orizzontamenti | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/10 | 60 | 440 | 1901 | 575 |
| Pareti X | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/10 | 60 | 440 | 1901 | 575 |
| Pareti Y | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/10 | 60 | 440 | 1901 | 575 |

| ARMATURE DI RIPARTIZIONE | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|-------|----------|------|------|--------------------|--------------------|
| Elemento | b | h | Comb. | Armature | c | d | A _s | M _{Rd,xx} |
| | [mm] | [mm] | | | [mm] | [mm] | [mm ²] | [kNm] |
| Orizzontamenti | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/20 | 82 | 418 | 1901 | 296 |
| Pareti X | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/20 | 82 | 418 | 1901 | 296 |
| Pareti Y | 1000 | 500 | SLU | 1φ22/20 | 82 | 418 | 1901 | 296 |

Tabella 6 – Riepilogo delle verifiche a flessione semplice nei diversi elementi strutturali

Per le verifiche di elementi bidimensionali soggetti a flessione, risulta particolarmente agevole riportare le verifiche in forma grafica, limitando le sollecitazioni visualizzate ai valori dei momenti resistenti per i singoli elementi. Calcolato il valore del momento resistente M_{Rd} , trascurando, cautelativamente, lo sforzo normale agente, vengono mostrate le mappe cromatiche delle sollecitazioni in cui sono escluse (eventuali zone campite in bianco) le zone dove il momento sollecitante (inviluppo SLU/SLV) supera il momento resistente.

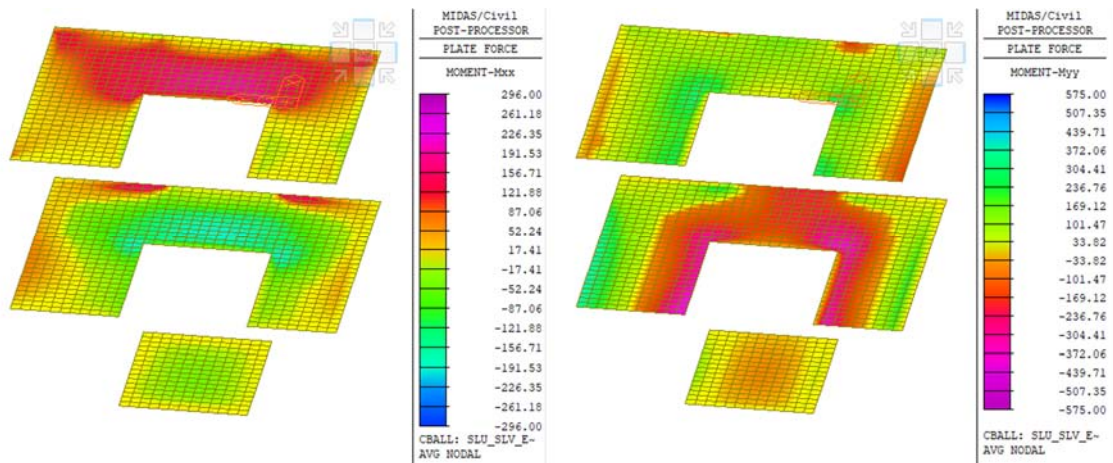


Figura 51 – Verifica soletta flessione - Mxx (armatura 1φ22/20) e Myy (armatura 1φ22/10)

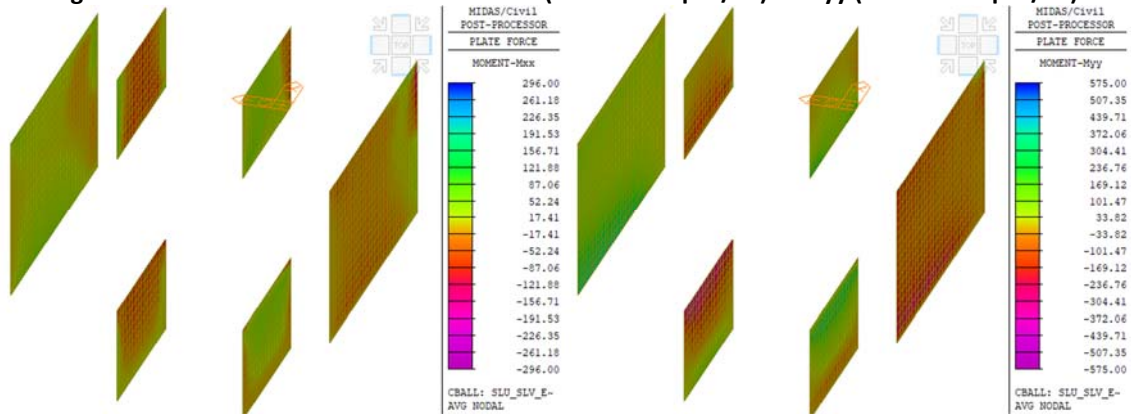


Figura 52 – Verifica pareti Xa flessione - Mxx (armatura 1φ22/20) e Myy (armatura 1φ22/10)

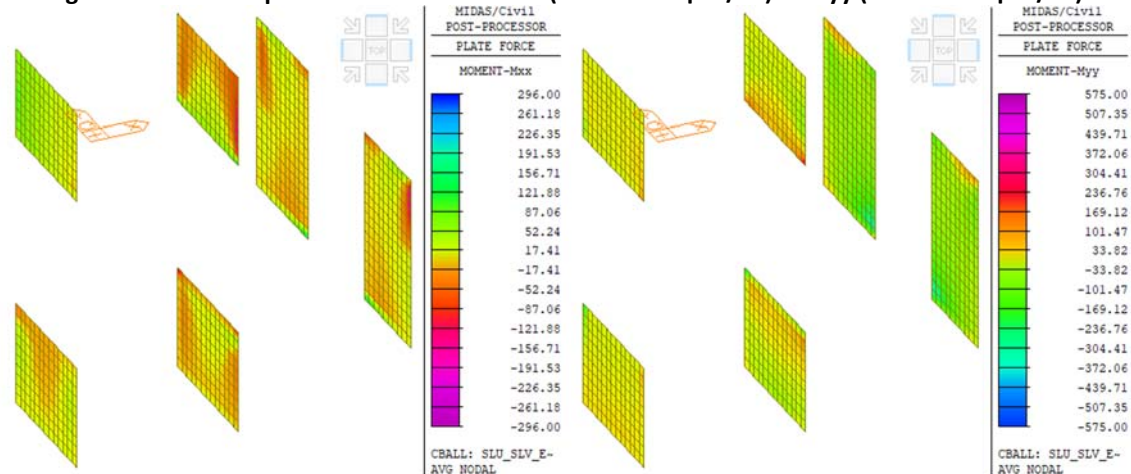


Figura 53 – Verifica pareti Ya flessione - Mxx (armatura 1φ22/20) e Myy (armatura 1φ22/10)

Si precisa, nuovamente, che i valori riportati sulle mappe cromatiche sono espressi per metro lineare di sezione, per cui le armature sono state scelte in funzione di sollecitazioni che mediano eventuali concentrazioni nodali e/o di elemento. Come si vedrà in seguito, la verifica a fessurazione è risultata dimensionante per le armature.

12.4.2 Verifiche a taglio

Per la verifica di resistenza allo SLU con riferimento alle sollecitazioni taglianti deve risultare:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo con i valori dei tagli resistenti suddivisi per spessore dell'elemento e una sintesi dei minimi coefficienti di sicurezza.

Nel presente paragrafo le verifiche a taglio vengono riportate mostrando prima il valore di taglio resistente e successivamente, in analogia a quanto riportato per le verifiche a flessione, le mappe cromatiche per una rappresentazione grafica delle verifiche.

| VERIFICA PER ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO: $V_{Ed} < V_{Rd}$ | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|--------------------|----------|----------|---------------|-----------|----------|
| Sezione | h | c | d | b | k | A_l | ρ_l | N_{Ed} | σ_{cp} | v_{min} | V_{Rd} |
| | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [mm ²] | [-] | [kN] | [MPa] | [-] | [kN] |
| Orizzontamenti | 500 | 60 | 435 | 1000 | 1.68 | 1900.7 | 4.4E-03 | 0.0 | 0.000 | 0.42 | 233.7 |
| Pareti X | 500 | 60 | 435 | 1000 | 1.68 | 1900.7 | 4.4E-03 | 0.0 | 0.000 | 0.42 | 218.5 |
| Pareti Y | 500 | 60 | 435 | 1000 | 1.68 | 1900.7 | 4.4E-03 | 0.0 | 0.000 | 0.42 | 218.5 |

Tabella 7 – Valori di taglio resistente per i diversi elementi strutturali (in assenza di specifica armatura)

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 70 di 119 |

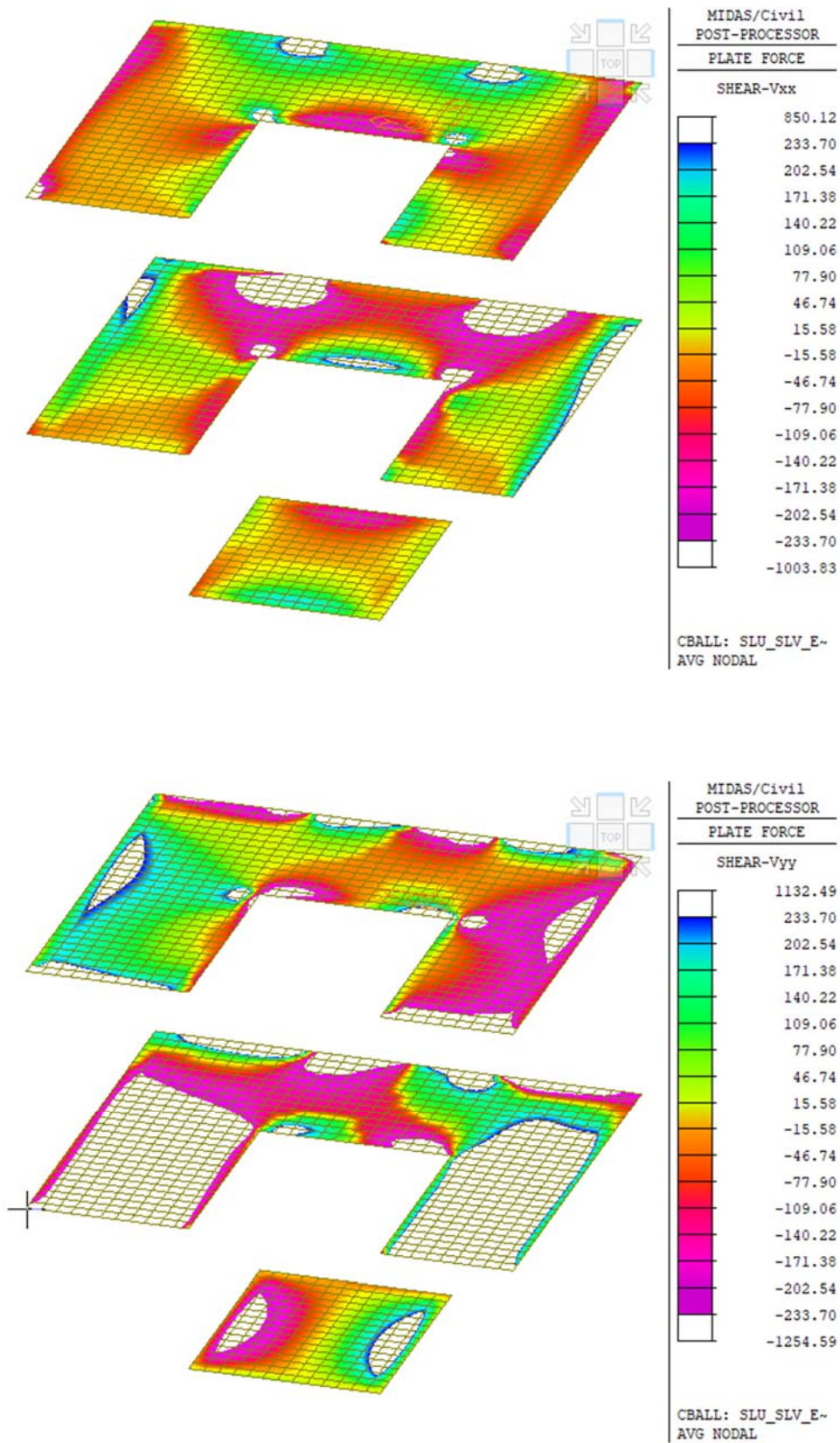


Figura 54 – TaglioVxx e Vyy – Verifica in assenza di specifica armatura a taglio (orizzontamenti)

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 71 di 119 |

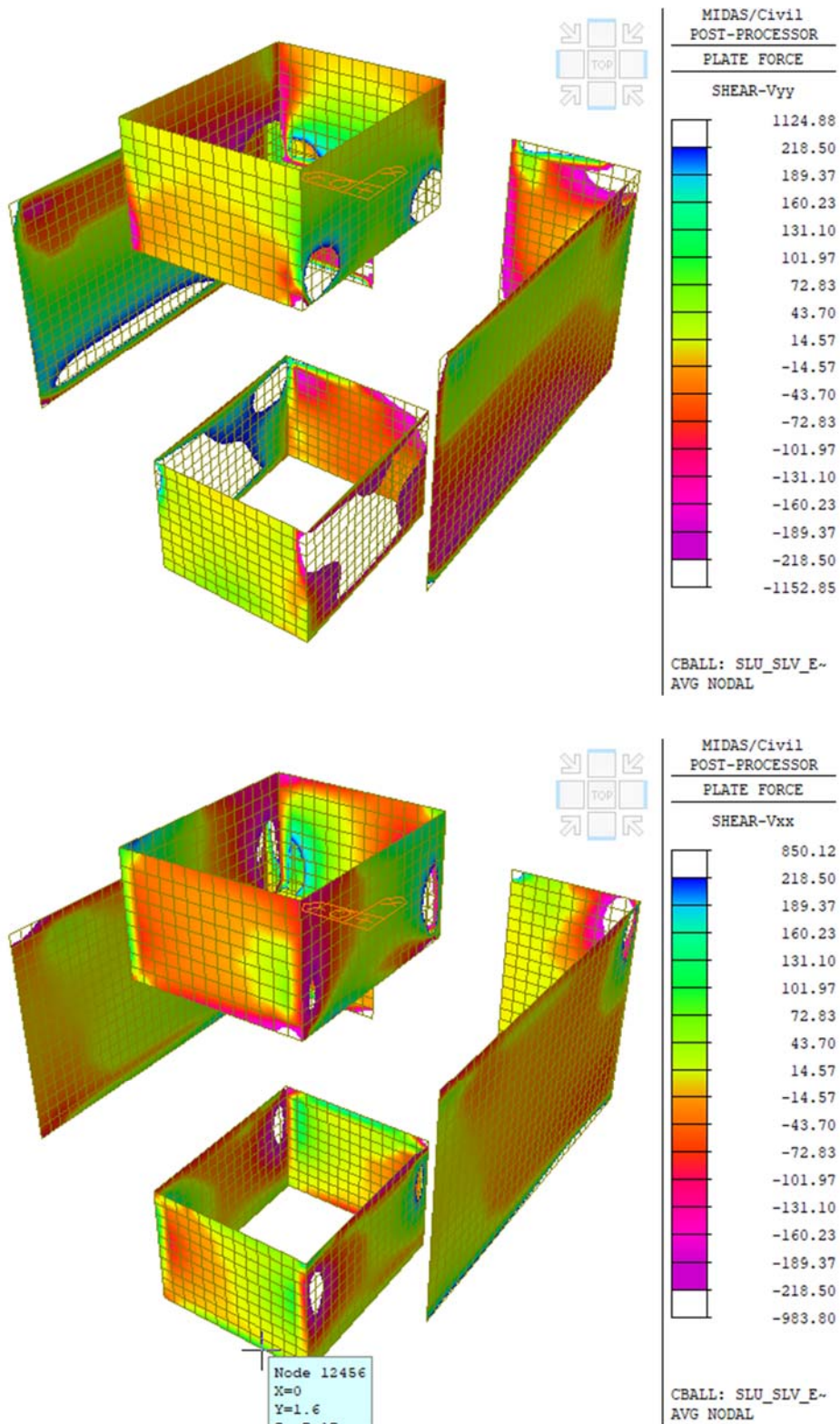


Figura 55 – TaglioVxx e Vyy – Verifica in assenza di specifica armatura a taglio (pareti verticali)

Per le zone maggiormente sollecitate, si prevede comunque un'armatura a taglio costituita da spilli $\phi 12/20 \times 40$. Di seguito si riporta il calcolo del valore del taglio resistente limitando, cautelativamente, il valore di $\cotg\Theta = 2.0$.

| VERIFICA A COTG FISSA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-------------------|--------|--------------------|--------------------|------------|---------------------|----------------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| VERIFICA PER ELEMENTI ARMATI A TAGLIO: $V_{Ed} < V_{Rd}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| SEZIONE CLS | | | ARMATURA A TAGLIO | | | | V_{Ed} | TAGLIO COMPRESSIONE | | | | TAGLIO TRAZIONE | | |
| h | d | b | φ_{legat} | Bracci | A_{ϕ} | A_{sw} | | α_c | f'_{cd} | $\cotg\Theta$ | V_{Rcd} | $\cotg\alpha$ | s_{eff} | V_{Rsd} |
| [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [mm ²] | [mm ²] | [kN] | [-] | [N/mm ²] | [-] | [kN] | [-] | [mm] | [kN] |
| 500 | 440 | 1000 | 12 | 2.5 | 113.1 | 282.7 | 373 | 1.00 | 9.07 | 2.0 | 1452 | 0.0 | 200 | 429.9 |

Le seguenti mappe cromatiche mostrano quindi le verifiche a taglio in presenza di armature. È possibile osservare come l'estensione delle zone in cui il taglio sollecitante supera il taglio resistente è ora fortemente limitata e, per quanto detto precedentemente, trascurabile ai fini delle verifiche.

Il superamento del valore del taglio resistente in assenza di armatura a taglio non è da ritenersi significativo per gli elementi di bordo in corrispondenza degli attacchi tra pareti e, trattandosi di valori da mediare su una fascia di un metro o delle zone di nodo.

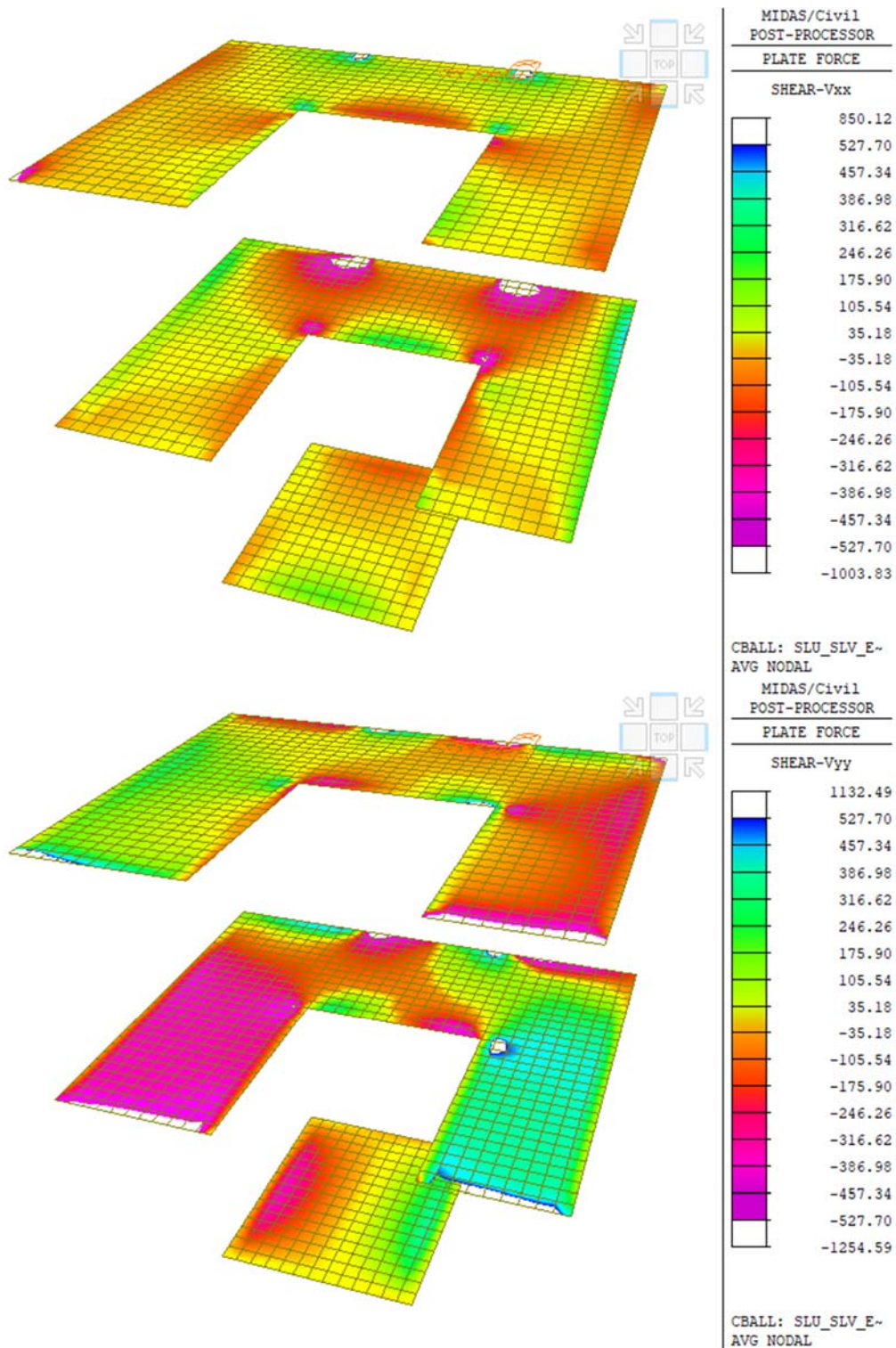


Figura 56 – Taglio Vxx e Vyy – Verifica in presenza di armatura a taglio $\phi 12/20 \times 40$ (orizzontamenti)

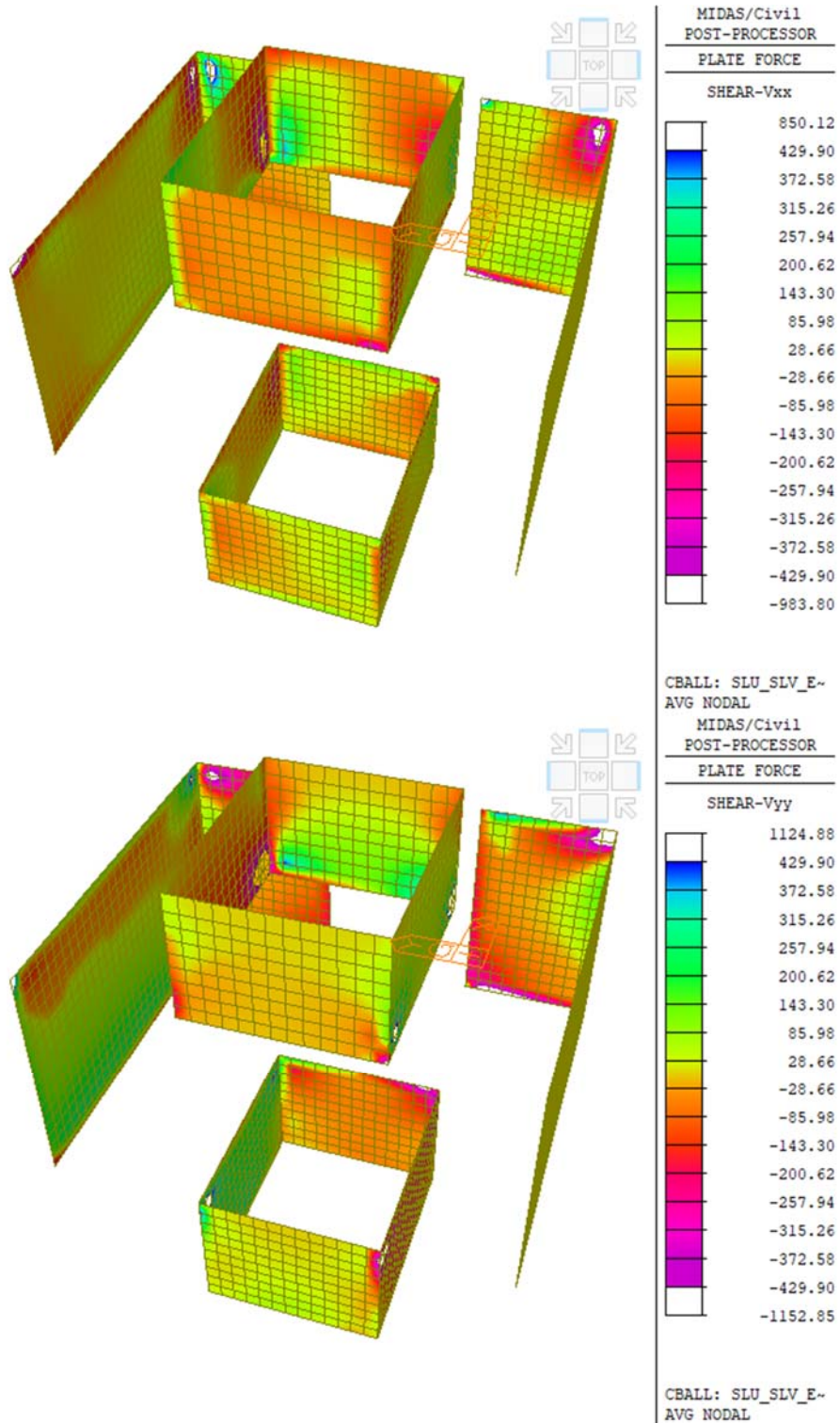


Figura 57 – Taglio Vxx e Vyy – Verifica in presenza di armatura a taglio $\phi 12/20 \times 40$ (pareti verticali)

12.5 VERIFICHE ALLO SLE

Al punto 4.1.2.2 delle NTC sono contemplate le verifiche delle prestazioni che la struttura deve essere in grado di garantire in esercizio sotto l'azione dei soli carichi verticali, opportunamente combinati tra loro.

12.5.1 SOLLECITAZIONI

Le verifiche di limitazione delle tensioni in esercizio e di fessurazione sono state condotte in funzione delle sollecitazioni derivanti dall'involuppo delle combinazioni rare e direttamente verificate nei confronti del limite tensionale più restrittivo riportato in normativa (per il calcestruzzo C32/40, $0.40 f_{ck}$ e 0.20 mm di limite di apertura delle fessure).

In particolare, tra le due verifiche risulta maggiormente gravoso il limiti di fessurazione. Mediante il software PresFLE+, è stato calcolato che, per una sezione semplicemente inflessa ($N = 0$ kN), il valore di momento flettente che provoca un'apertura delle fessure di 0.20mm.

| GEOMETRIA | | VERIFICA IN ESERCIZIO (ARMATURA PRINCIPALE) | | | | | |
|-----------|------|---|----------------|--------------------|------------|------------|-------|
| b | h | $M_{Ed,yy}$ | Armature | A_s | σ_c | σ_s | w_k |
| [mm] | [mm] | [kNm] | | [mm ²] | [MPa] | [MPa] | [mm] |
| 1000 | 500 | 260.0 | 1 ϕ 22/10 | 1571 | -6.6 | 183.4 | 0.199 |
| 1000 | 500 | 130.0 | 1 ϕ 22/20 | 1571 | -4.3 | 172.3 | 0.199 |

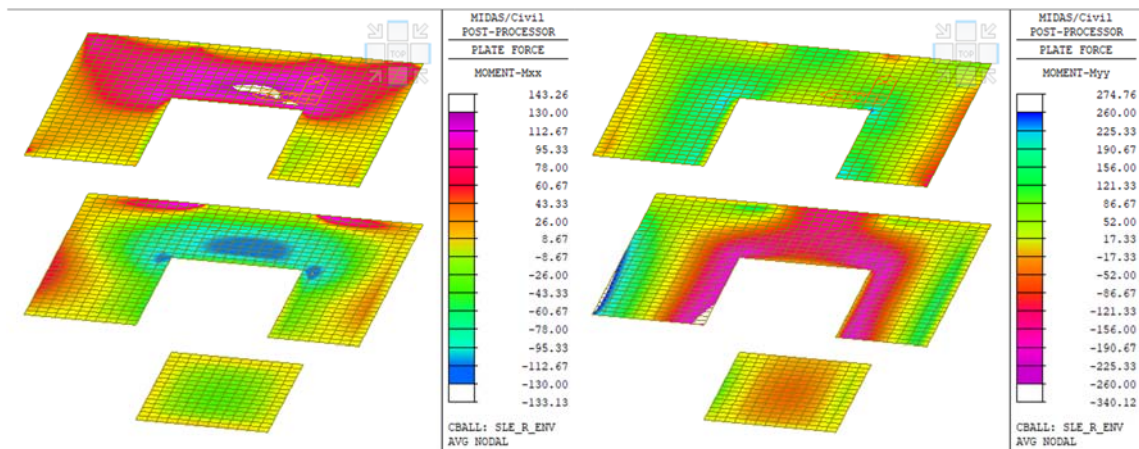


Figura 58 – Verifica soletta fessurazione - Mxx (armatura 1 ϕ 22/20) e Myy (armatura 1 ϕ 22/10)

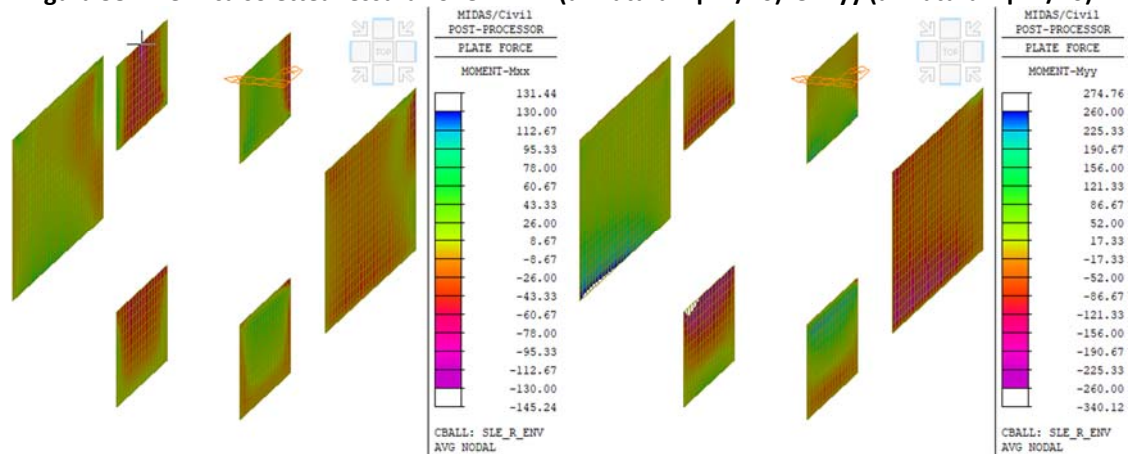


Figura 59 – Verifica pareti Xa fessurazione - Mxx (armatura 1 ϕ 22/20) e Myy (armatura 1 ϕ 22/10)

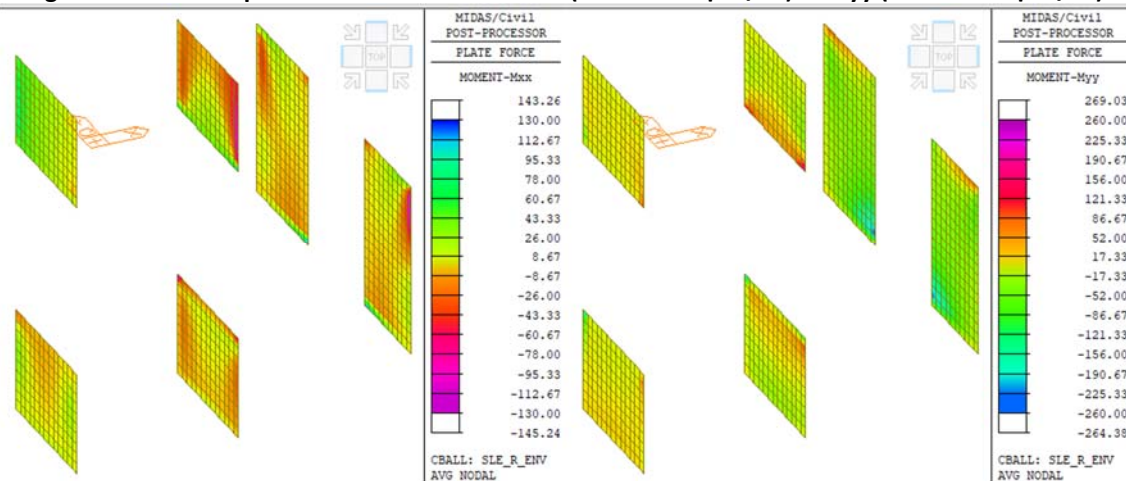
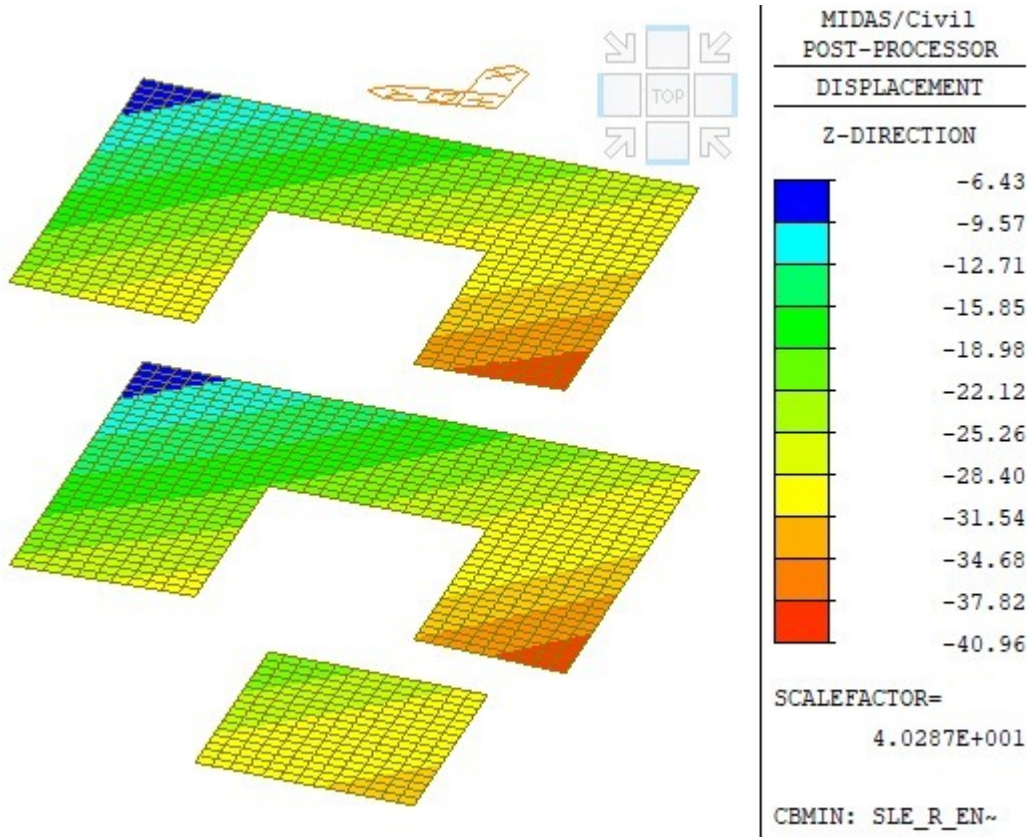


Figura 60 – Verifica pareti Ya fessurazione - Mxx (armatura 1 ϕ 22/20) e Myy (armatura 1 ϕ 22/10)

Non sono da ritenersi significative ai fini delle verifiche le zone in cui il valore limite risulta superato in quanto trattasi di zone localizzate (di larghezza inferiore ad 1 m) o poste in corrispondenza dei nodi fra elementi ortogonali.

12.5.2 DEFORMAZIONI

Si riporta di seguita l'immagine che rappresenta le deformate delle solette della struttura in esame:



Per quanto sopra rappresentato si deduce che lo spostamento massimo è pari a 4 cm circa.

13 INCIDENZE DELLE ARMATURE

Si prevedono i seguenti valori di incidenza delle armature.

Sezione di calcolo A (muro a U)

- Soletta inferiore 150kg/m³
- Piedritti 180kg/m³

Sezione di calcolo B (scatolare)

- Soletta inferiore 170kg/m³
- Piedritti 150kg/m³
- Soletta superiore 170kg/m³

14 TABULATI DI CALCOLO

14.1 SEZIONE DI CALCOLO "A"

Geometria scatolare

| Descrizione: | Scatolare tipo vasca | |
|--|----------------------|-----|
| Altezza esterna | 3.80 | [m] |
| Larghezza esterna | 3.24 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione sinistra | 0.00 | [m] |
| Lunghezza mensola di fondazione destra | 0.00 | [m] |
| Spessore piedritto sinistro | 0.50 | [m] |
| Spessore piedritto destro | 0.50 | [m] |
| Spessore fondazione | 0.50 | [m] |

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfiacco

| Descrizione | Ug1 - S(G), S,G | |
|-------------------------------------|-----------------|----------|
| Peso di volume | 20.0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 20.0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 36.00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 24.00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 1 | [kPa/cm] |

Strato di base

| Descrizione | Ug1 - S(G), S,G | |
|-------------------------------------|-----------------|----------|
| Peso di volume | 20.0000 | [kN/mc] |
| Peso di volume saturo | 20.0000 | [kN/mc] |
| Angolo di attrito | 36.00 | [°] |
| Angolo di attrito terreno struttura | 36.00 | [°] |
| Coesione | 0 | [kPa] |
| Costante di Winkler | 100 | [kPa/cm] |
| Tensione limite | 1000 | [kPa] |

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

| | | |
|---|-----------|---------|
| R _{ck} calcestruzzo | 40000 | [kPa] |
| Peso specifico calcestruzzo | 25.0000 | [kN/mc] |
| Modulo elastico E | 33149080 | [kPa] |
| Tensione di snervamento acciaio | 450000 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n') | 0.50 | |
| Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n) | 15.00 | |
| Coefficiente dilatazione termica | 0.0000120 | |

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra
 Coppie concentrate positive se antiorarie

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 80 di 119 |

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra
Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto
Carichi concentrati espressi in kN
Coppie concentrate espressi in kNm
Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y componente Y del carico concentrato
F_x componente X del carico concentrato
M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{si} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{sf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{se} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{si} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (LM71-Pos1)

| | | | | | |
|-------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Distr | Terreno | X _i = -4.30 | X _f = -2.10 | V _{ni} = 40.90 | V _{nf} = 40.90 |
|-------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|

Condizione di carico n° 8 (G2)

| | | | | | | | |
|-------|---------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Fondaz. | X _i = 0.00 | X _f = 3.24 | V _{ni} = 4.40 | V _{nf} = 4.40 | V _{si} = 0.00 | V _{sf} = 0.00 |
| Distr | Terreno | X _i = 3.24 | X _f = 7.14 | V _{ni} = 8.40 | V _{nf} = 8.40 | | |
| Distr | Terreno | X _i = -3.90 | X _f = 0.00 | V _{ni} = 8.40 | V _{nf} = 8.40 | | |
| Distr | Terreno | X _i = -1.90 | X _f = -0.10 | V _{ni} = 116.20 | V _{nf} = 116.20 | | |
| Conc | Pied_S | Y= 3.57 | F _y = 14.50 | F _x = 0.00 | M= -1.45 | | |

Condizione di carico n° 9 (Variabili marciapiede)

| | | | | | |
|-------|---------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Distr | Terreno | X _i = -3.90 | X _f = 0.00 | V _{ni} = 5.00 | V _{nf} = 5.00 |
| Distr | Terreno | X _i = 3.24 | X _f = 7.14 | V _{ni} = 5.00 | V _{nf} = 5.00 |

Condizione di carico n° 10 (Scarichi pensilina SLE)

| | | | | | |
|------|--------|---------|-------------------------|------------------------|-----------|
| Conc | Pied_D | Y= 3.80 | F _y = 320.80 | F _x = -7.30 | M= 29.40 |
| Conc | Pied_S | Y= 3.80 | F _y = 320.80 | F _x = 7.30 | M= -29.40 |

Condizione di carico n° 11 (Scarichi pensiline SLV)

| | | | | | |
|------|--------|---------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| Conc | Pied_D | Y= 3.80 | F _y = 164.30 | F _x = -13.60 | M= 72.70 |
| Conc | Pied_S | Y= 3.80 | F _y = 164.30 | F _x = 13.60 | M= -72.70 |

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

| | |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c | 1.50 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione | 1.00 |

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 81 di 119 |

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg}(\theta)^2)$$

con:

| | |
|---------------|--|
| d | altezza utile sezione [mm] |
| b_w | larghezza minima sezione [mm] |
| σ_{cp} | tensione media di compressione [N/mm ²] |
| ρ_l | rapporto geometrico di armatura |
| A_{sw} | area armatura trasversale [mm ²] |
| s | interasse tra due armature trasversali consecutive [mm] |
| α_c | coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp} |

$$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)

0.55 f_{ck}

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)

0.40 f_{ck}

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)

0.75 f_{yk}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.10$ $w_2=0.15$ $w_3=0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure:

- Circolare Ministeriale 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Resistenza a trazione per **Flessione**

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 6.00 [cm]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

| | |
|----------|--|
| γ | Coefficiente di partecipazione della condizione |
| ψ | Coefficiente di combinazione della condizione |
| C | Coefficiente totale di partecipazione della condizione |

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

| | |
|--------------------|---|
| γ_{G1sfav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti |
| γ_{G1fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti |
| γ_{G2sfav} | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ_{G2fav} | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali |
| γ_Q | Coefficiente parziale sulle azioni variabili |
| $\gamma_{tan\phi}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato |
| γ_c | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata |
| γ_{cu} | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata |
| γ_{qu} | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo |

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi | Effetto | | A1 | A2 |
|----------------------------|-------------|-------------------|------|------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1fav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1.35 | 1.00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevole | γ_{G2fav} | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1.50 | 1.30 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qifav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Qisfav} | 1.50 | 1.30 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1.45 | 1.25 |
| Termici | Favorevole | γ_{efav} | 0.00 | 0.00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{esfav} | 1.20 | 1.20 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri | | M1 | M2 |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{tan\phi}$ | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace | γ_c | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1.00 | 1.40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1.00 | 1.60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

| Carichi | Effetto | | A1 | A2 |
|-----------------------|-------------|-------------------|------|------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1fav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G1sfav} | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti | Favorevole | γ_{G2fav} | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti | Sfavorevole | γ_{G2sfav} | 1.00 | 1.00 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qifav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili | Sfavorevole | γ_{Qisfav} | 1.00 | 1.00 |
| Variabili da traffico | Favorevole | γ_{Qfav} | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico | Sfavorevole | γ_{Qsfav} | 1.00 | 1.00 |
| Termici | Favorevole | γ_{efav} | 0.00 | 0.00 |
| Termici | Sfavorevole | γ_{esfav} | 1.00 | 1.00 |

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

| Parametri | | M1 | M2 |
|--------------------------------------|--------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{tan\phi}$ | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace | γ_c | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza non drenata | γ_{cu} | 1.00 | 1.40 |
| Resistenza a compressione uniassiale | γ_{qu} | 1.00 | 1.60 |
| Peso dell'unità di volume | γ_r | 1.00 | 1.00 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 83 di 119 |

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.45 | 0.75 | 1.09 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |
| G2 | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.20 | 0.20 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| Scarichi pensiline SLV | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.35 | 1.00 | 1.35 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.45 | 1.00 | 1.45 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.50 | 0.70 | 1.05 |
| G2 | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.50 | 1.00 | 1.50 |

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sisma da sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.20 | 0.20 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| Scarichi pensiline SLV | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 5 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 6 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.20 | 0.20 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.70 | 0.70 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 84 di 119 |

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.20 | 0.20 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 8 SLE (Rara)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.70 | 0.70 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Combinazione n° 9 SLE (Frequente)

| | Effetto | γ | Ψ | C |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------|
| Peso Proprio | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno sinistra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno destra | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LM71-Pos1 | Sfavorevole | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| Variabili marciapiede | Sfavorevole | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| G2 | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Scarichi pensilina SLE | Sfavorevole | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 85 di 119 |

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in cm

uy spostamento direzione Y espresso in cm

α pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 30.00**

Metodo di calcolo della portanza

Spinta sui piedritti

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine

45.694736

Longitudine

9.668707

Comune

Bergamo

Provincia

Bergamo

Regione

Lombardia

Punti di interpolazione del reticolo

11380 - 11158 - 11157 - 11379

Tipo di opera

Tipo di costruzione

Opera ordinaria

Vita nominale

50 anni

Classe d'uso

III - Affollamenti significativi e industrie non

pericolose

Vita di riferimento

75 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$

1.11 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 16.94$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 8.47$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$

0.00 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione (β_m)

1.00

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 0.00$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Spinta sismica

Wood

Angolo diffusione sovraccarico

30.00 [°]

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 86 di 119 |

Coefficienti di spinta

| N°combinazione | Statico | Sismico |
|-----------------------|----------------|----------------|
| 1 | 0.412 | 0.000 |
| 2 | 0.412 | 0.598 |
| 3 | 0.412 | 0.000 |
| 4 | 0.412 | 0.598 |
| 5 | 0.412 | 0.000 |
| 6 | 0.412 | 0.000 |
| 7 | 0.412 | 0.000 |
| 8 | 0.412 | 0.000 |
| 9 | 0.412 | 0.000 |

Discretizzazione strutturale

| | |
|------------------------------------|----|
| Numero elementi fondazione | 30 |
| Numero elementi piedritto sinistro | 37 |
| Numero elementi piedritto destro | 36 |
| Numero molle piedritto sinistro | 38 |
| Numero molle piedritto destro | 37 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 87 di 119 |

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 44.4787 |
| -3.90 | -2.10 | 64.5787 |
| -2.10 | -1.90 | 20.1000 |
| -1.90 | -0.10 | 194.4000 |
| -0.10 | 0.00 | 20.1000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 20.1000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 75.5112 [kPa] Pressione inf. 115.0220 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 8.2855 [kPa] Pressione inf. 47.7963 [kPa]

Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 8.1800 |
| -3.90 | -2.10 | 19.5800 |
| -2.10 | -1.90 | 11.4000 |
| -1.90 | -0.10 | 127.6000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.4000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.4000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.5164 [kPa] Pressione inf. 78.7836 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 4.6992 [kPa] Pressione inf. 33.9665 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 51.9435 [kPa] Pressione inf. 51.9435 [kPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 59.3050 |
| -3.90 | -2.10 | 77.1550 |
| -2.10 | -1.90 | 17.8500 |
| -1.90 | -0.10 | 192.1500 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 88 di 119 |

| | | |
|-------|-------|---------|
| -0.10 | 0.00 | 17.8500 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 17.8500 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 74.5837 [kPa] Pressione inf. 114.0945 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 7.3580 [kPa] Pressione inf. 46.8688 [kPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 8.1800 |
| -3.90 | -2.10 | 19.5800 |
| -2.10 | -1.90 | 11.4000 |
| -1.90 | -0.10 | 127.6000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.4000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.4000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.5164 [kPa] Pressione inf. 78.7836 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 4.6992 [kPa] Pressione inf. 33.9665 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 51.9435 [kPa] Pressione inf. 51.9435 [kPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 32.7200 |
| -3.90 | -2.10 | 46.1200 |
| -2.10 | -1.90 | 13.4000 |
| -1.90 | -0.10 | 129.6000 |
| -0.10 | 0.00 | 13.4000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 13.4000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 50.3408 [kPa] Pressione inf. 79.6081 [kPa]
 Piedritto destro Pressione sup. 5.5237 [kPa] Pressione inf. 34.7909 [kPa]

Analisi della combinazione n° 6

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 89 di 119 |

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 8.1800 |
| -3.90 | -2.10 | 20.0800 |
| -2.10 | -1.90 | 11.9000 |
| -1.90 | -0.10 | 128.1000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.9000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.9000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.7225 [kPa] Pressione inf. 78.9897 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 4.9054 [kPa] Pressione inf. 34.1726 [kPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 8.1800 |
| -3.90 | -2.10 | 19.5800 |
| -2.10 | -1.90 | 11.4000 |
| -1.90 | -0.10 | 127.6000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.4000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.4000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.5164 [kPa] Pressione inf. 78.7836 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 4.6992 [kPa] Pressione inf. 33.9665 [kPa]

Analisi della combinazione n° 8

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 40.9000 |
| -3.90 | -2.10 | 52.8000 |
| -2.10 | -1.90 | 11.9000 |
| -1.90 | -0.10 | 128.1000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.9000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.9000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.7225 [kPa] Pressione inf. 78.9897 [kPa]

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 90 di 119 |

Piedritto destro Pressione sup. 4.9054 [kPa] Pressione inf. 34.1726 [kPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

| Xi | Xj | Q[kPa] |
|--------|-------|----------|
| -14.30 | -4.30 | 0.0000 |
| -4.30 | -3.90 | 32.7200 |
| -3.90 | -2.10 | 44.1200 |
| -2.10 | -1.90 | 11.4000 |
| -1.90 | -0.10 | 127.6000 |
| -0.10 | 0.00 | 11.4000 |
| 0.00 | 3.24 | 0.0000 |
| 3.24 | 7.14 | 11.4000 |
| 7.14 | 17.14 | 0.0000 |

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 49.5164 [kPa] Pressione inf. 78.7836 [kPa]
Piedritto destro Pressione sup. 4.6992 [kPa] Pressione inf. 33.9665 [kPa]

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 91 di 119 |

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -627.7210 | -548.2116 | 320.6825 |
| 0.69 | -415.1042 | -390.4454 | 320.6825 |
| 1.06 | -288.4030 | -250.0534 | 320.6825 |
| 1.43 | -214.9642 | -103.6820 | 320.6825 |
| 1.81 | -196.9659 | 48.3022 | 320.6825 |
| 2.18 | -236.4600 | 205.5915 | 320.6825 |
| 2.55 | -335.3823 | 367.8509 | 320.6825 |
| 2.99 | -528.8927 | 521.2652 | 320.6825 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -627.7210 | 339.6412 | 563.5071 |
| 0.74 | -473.6733 | 285.6563 | 554.5359 |
| 1.24 | -345.5790 | 234.3768 | 546.2156 |
| 1.73 | -242.1029 | 185.7917 | 537.8953 |
| 2.31 | -149.3571 | 131.6195 | 528.0146 |
| 2.80 | -96.0021 | 89.8150 | 519.8672 |
| 3.28 | -62.2037 | 50.6060 | 511.7197 |
| 3.80 | -44.1000 | 10.9500 | 481.2000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -528.8927 | -301.7255 | 541.1062 |
| 0.74 | -391.5320 | -249.6214 | 532.7859 |
| 1.24 | -279.2078 | -200.1725 | 524.4656 |
| 1.73 | -190.6074 | -153.3790 | 516.1453 |
| 2.32 | -113.7495 | -100.7629 | 506.1609 |
| 2.81 | -72.7043 | -59.8780 | 497.8406 |
| 3.31 | -51.1588 | -21.6656 | 489.5203 |
| 3.80 | -44.1000 | -10.9500 | 481.2000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -824.5491 | -217.1466 | 397.2826 |
| 0.69 | -734.4689 | -184.7214 | 398.2074 |
| 1.06 | -670.5570 | -144.3090 | 398.9980 |
| 1.43 | -623.2797 | -93.0530 | 399.7886 |
| 1.81 | -596.5480 | -31.9198 | 400.5793 |
| 2.18 | -593.9204 | 38.1762 | 401.3699 |
| 2.55 | -618.6174 | 116.3380 | 402.1605 |
| 2.99 | -686.0250 | 194.3415 | 403.0852 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -824.5491 | 426.2089 | 219.8499 |
| 0.74 | -630.1321 | 362.7293 | 213.7749 |
| 1.24 | -466.5220 | 301.2536 | 208.1338 |
| 1.73 | -332.7300 | 241.7739 | 202.4927 |
| 2.31 | -211.2141 | 173.7501 | 195.7937 |
| 2.80 | -140.4284 | 119.7810 | 190.2697 |
| 3.28 | -95.2352 | 67.7345 | 184.7458 |
| 3.80 | -72.7000 | 13.6000 | 164.3000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|---------|--------|--------|
|-------|---------|--------|--------|

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 92 di 119 |

| | | | |
|------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -686.0250 | -374.1610 | 204.9160 |
| 0.74 | -514.3995 | -312.7709 | 199.2749 |
| 1.24 | -372.5680 | -253.3000 | 193.6338 |
| 1.73 | -259.5805 | -195.7551 | 187.9927 |
| 2.32 | -160.7237 | -129.2732 | 181.2233 |
| 2.81 | -107.8224 | -76.0299 | 175.5822 |
| 3.31 | -80.6912 | -24.7360 | 169.9411 |
| 3.80 | -72.7000 | -13.6000 | 164.3000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -621.8767 | -548.2067 | 317.3914 |
| 0.69 | -409.2681 | -390.4135 | 317.3914 |
| 1.06 | -282.5790 | -250.0233 | 317.3914 |
| 1.43 | -209.1496 | -103.6669 | 317.3914 |
| 1.81 | -191.1543 | 48.2979 | 317.3914 |
| 2.18 | -230.6444 | 205.5720 | 317.3914 |
| 2.55 | -329.5586 | 367.8293 | 317.3914 |
| 2.99 | -523.0627 | 521.2613 | 317.3914 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -621.8767 | 336.3486 | 563.5071 |
| 0.74 | -469.3397 | 282.8210 | 554.5359 |
| 1.24 | -342.5305 | 231.9988 | 546.2156 |
| 1.73 | -240.1142 | 183.8711 | 537.8953 |
| 2.31 | -148.3340 | 130.2419 | 528.0146 |
| 2.80 | -95.5360 | 88.8852 | 519.8672 |
| 3.28 | -62.0784 | 50.1240 | 511.7197 |
| 3.80 | -44.1000 | 10.9500 | 481.2000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -523.0627 | -298.4357 | 541.1063 |
| 0.74 | -387.2110 | -246.7908 | 532.7859 |
| 1.24 | -276.1694 | -197.8004 | 524.4656 |
| 1.73 | -188.6258 | -151.4645 | 516.1453 |
| 2.32 | -112.7384 | -99.3963 | 506.1609 |
| 2.81 | -72.2546 | -58.9669 | 497.8406 |
| 3.31 | -51.0462 | -21.2090 | 489.5203 |
| 3.80 | -44.1000 | -10.9500 | 481.2000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -824.5491 | -224.3444 | 397.2832 |
| 0.69 | -731.7149 | -189.4659 | 398.2079 |
| 1.06 | -666.2818 | -147.0064 | 398.9986 |
| 1.43 | -618.2458 | -93.7138 | 399.7892 |
| 1.81 | -591.5152 | -30.5472 | 400.5798 |
| 2.18 | -589.6482 | 41.5865 | 401.3704 |
| 2.55 | -615.8679 | 121.7971 | 402.1610 |
| 2.99 | -686.0302 | 201.5396 | 403.0858 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -824.5491 | 426.2089 | 227.3679 |
| 0.74 | -630.1321 | 362.7293 | 220.2487 |
| 1.24 | -466.5220 | 301.2536 | 213.5634 |
| 1.73 | -332.7300 | 241.7739 | 206.8782 |
| 2.31 | -211.2141 | 173.7501 | 198.9392 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 93 di 119 |

| | | | |
|------|-----------|----------|----------|
| 2.80 | -140.4284 | 119.7810 | 192.3928 |
| 3.28 | -95.2352 | 67.7345 | 185.8464 |
| 3.80 | -72.7000 | 13.6000 | 164.3000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -686.0302 | -374.1620 | 212.4340 |
| 0.74 | -514.4040 | -312.7727 | 205.7487 |
| 1.24 | -372.5716 | -253.3022 | 199.0634 |
| 1.73 | -259.5829 | -195.7573 | 192.3782 |
| 2.32 | -160.7250 | -129.2751 | 184.3558 |
| 2.81 | -107.8229 | -76.0311 | 177.6706 |
| 3.31 | -80.6912 | -24.7362 | 170.9853 |
| 3.80 | -72.7000 | -13.6000 | 164.3000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -423.4258 | -369.7270 | 218.2784 |
| 0.69 | -280.0487 | -263.1243 | 218.2784 |
| 1.06 | -194.6731 | -168.3198 | 218.2784 |
| 1.43 | -145.2582 | -69.5241 | 218.2784 |
| 1.81 | -133.2576 | 33.0155 | 218.2784 |
| 2.18 | -160.0393 | 139.0905 | 218.2784 |
| 2.55 | -226.8931 | 248.4744 | 218.2784 |
| 2.99 | -357.5313 | 351.7622 | 218.2784 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -423.4258 | 230.9183 | 380.1089 |
| 0.74 | -318.8268 | 193.6874 | 373.5118 |
| 1.24 | -232.0928 | 158.4604 | 367.3486 |
| 1.73 | -162.2347 | 125.2293 | 361.1854 |
| 2.31 | -99.8324 | 88.3769 | 353.8664 |
| 2.80 | -64.0610 | 60.1111 | 347.8312 |
| 3.28 | -41.4722 | 33.7680 | 341.7961 |
| 3.80 | -29.4000 | 7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -357.5313 | -205.6395 | 365.1750 |
| 0.74 | -264.0582 | -169.6613 | 359.0118 |
| 1.24 | -187.8391 | -135.6539 | 352.8486 |
| 1.73 | -127.9000 | -103.6170 | 346.6854 |
| 2.32 | -76.0881 | -67.7957 | 339.2896 |
| 2.81 | -48.5248 | -40.1412 | 333.1264 |
| 3.31 | -34.1083 | -14.4686 | 326.9632 |
| 3.80 | -29.4000 | -7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -419.5296 | -369.7238 | 216.0842 |
| 0.69 | -276.1580 | -263.1031 | 216.0842 |
| 1.06 | -190.7904 | -168.2997 | 216.0842 |
| 1.43 | -141.3818 | -69.5140 | 216.0842 |
| 1.81 | -129.3831 | 33.0126 | 216.0842 |
| 2.18 | -156.1622 | 139.0775 | 216.0842 |
| 2.55 | -223.0107 | 248.4601 | 216.0842 |
| 2.99 | -353.6447 | 351.7596 | 216.0842 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 94 di 119 |

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -419.5296 | 228.7233 | 380.1089 |
| 0.74 | -315.9377 | 191.7972 | 373.5118 |
| 1.24 | -230.0605 | 156.8751 | 367.3486 |
| 1.73 | -160.9089 | 123.9489 | 361.1854 |
| 2.31 | -99.1503 | 87.4585 | 353.8664 |
| 2.80 | -63.7503 | 59.4913 | 347.8313 |
| 3.28 | -41.3887 | 33.4466 | 341.7961 |
| 3.80 | -29.4000 | 7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -353.6447 | -203.4463 | 365.1750 |
| 0.74 | -261.1775 | -167.7742 | 359.0118 |
| 1.24 | -185.8136 | -134.0725 | 352.8486 |
| 1.73 | -126.5790 | -102.3406 | 346.6854 |
| 2.32 | -75.4140 | -66.8846 | 339.2896 |
| 2.81 | -48.2250 | -39.5338 | 333.1264 |
| 3.31 | -34.0331 | -14.1641 | 326.9632 |
| 3.80 | -29.4000 | -7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -418.2308 | -369.7227 | 215.3529 |
| 0.69 | -274.8610 | -263.0960 | 215.3529 |
| 1.06 | -189.4962 | -168.2930 | 215.3529 |
| 1.43 | -140.0897 | -69.5106 | 215.3529 |
| 1.81 | -128.0917 | 33.0116 | 215.3529 |
| 2.18 | -154.8699 | 139.0732 | 215.3529 |
| 2.55 | -221.7165 | 248.4553 | 215.3529 |
| 2.99 | -352.3492 | 351.7587 | 215.3529 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -418.2308 | 227.9916 | 380.1089 |
| 0.74 | -314.9747 | 191.1671 | 373.5118 |
| 1.24 | -229.3831 | 156.3467 | 367.3486 |
| 1.73 | -160.4670 | 123.5221 | 361.1854 |
| 2.31 | -98.9230 | 87.1523 | 353.8664 |
| 2.80 | -63.6467 | 59.2847 | 347.8312 |
| 3.28 | -41.3608 | 33.3395 | 341.7961 |
| 3.80 | -29.4000 | 7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -352.3492 | -202.7152 | 365.1750 |
| 0.74 | -260.2173 | -167.1452 | 359.0118 |
| 1.24 | -185.1384 | -133.5454 | 352.8486 |
| 1.73 | -126.1386 | -101.9152 | 346.6854 |
| 2.32 | -75.1893 | -66.5809 | 339.2896 |
| 2.81 | -48.1251 | -39.3314 | 333.1264 |
| 3.31 | -34.0081 | -14.0627 | 326.9632 |
| 3.80 | -29.4000 | -7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -419.5296 | -369.7238 | 216.0842 |
| 0.69 | -276.1580 | -263.1031 | 216.0842 |
| 1.06 | -190.7904 | -168.2997 | 216.0842 |
| 1.43 | -141.3818 | -69.5140 | 216.0842 |
| 1.81 | -129.3831 | 33.0126 | 216.0842 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 95 di 119 |

| | | | |
|------|-----------|----------|----------|
| 2.18 | -156.1622 | 139.0775 | 216.0842 |
| 2.55 | -223.0107 | 248.4601 | 216.0842 |
| 2.99 | -353.6447 | 351.7596 | 216.0842 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -419.5296 | 228.7233 | 380.1089 |
| 0.74 | -315.9377 | 191.7972 | 373.5118 |
| 1.24 | -230.0605 | 156.8751 | 367.3486 |
| 1.73 | -160.9089 | 123.9489 | 361.1854 |
| 2.31 | -99.1503 | 87.4585 | 353.8664 |
| 2.80 | -63.7503 | 59.4913 | 347.8313 |
| 3.28 | -41.3887 | 33.4466 | 341.7961 |
| 3.80 | -29.4000 | 7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -353.6447 | -203.4463 | 365.1750 |
| 0.74 | -261.1775 | -167.7742 | 359.0118 |
| 1.24 | -185.8136 | -134.0725 | 352.8486 |
| 1.73 | -126.5790 | -102.3406 | 346.6854 |
| 2.32 | -75.4140 | -66.8846 | 339.2896 |
| 2.81 | -48.2250 | -39.5338 | 333.1264 |
| 3.31 | -34.0331 | -14.1641 | 326.9632 |
| 3.80 | -29.4000 | -7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -418.2308 | -369.7227 | 215.3529 |
| 0.69 | -274.8610 | -263.0960 | 215.3529 |
| 1.06 | -189.4962 | -168.2930 | 215.3529 |
| 1.43 | -140.0897 | -69.5106 | 215.3529 |
| 1.81 | -128.0917 | 33.0116 | 215.3529 |
| 2.18 | -154.8699 | 139.0732 | 215.3529 |
| 2.55 | -221.7165 | 248.4553 | 215.3529 |
| 2.99 | -352.3492 | 351.7587 | 215.3529 |

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|----------|----------|
| 0.25 | -418.2308 | 227.9916 | 380.1089 |
| 0.74 | -314.9747 | 191.1671 | 373.5118 |
| 1.24 | -229.3831 | 156.3467 | 367.3486 |
| 1.73 | -160.4670 | 123.5221 | 361.1854 |
| 2.31 | -98.9230 | 87.1523 | 353.8664 |
| 2.80 | -63.6467 | 59.2847 | 347.8312 |
| 3.28 | -41.3608 | 33.3395 | 341.7961 |
| 3.80 | -29.4000 | 7.3000 | 320.8000 |

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

| Y [m] | M [kNm] | V [kN] | N [kN] |
|-------|-----------|-----------|----------|
| 0.25 | -352.3492 | -202.7152 | 365.1750 |
| 0.74 | -260.2173 | -167.1452 | 359.0118 |
| 1.24 | -185.1384 | -133.5454 | 352.8486 |
| 1.73 | -126.1386 | -101.9152 | 346.6854 |
| 2.32 | -75.1893 | -66.5809 | 339.2896 |
| 2.81 | -48.1251 | -39.3314 | 333.1264 |
| 3.31 | -34.0081 | -14.0627 | 326.9632 |
| 3.80 | -29.4000 | -7.3000 | 320.8000 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 96 di 119 |

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 367 |
| 0.69 | 389 |
| 1.06 | 406 |
| 1.43 | 421 |
| 1.81 | 436 |
| 2.18 | 450 |
| 2.55 | 463 |
| 2.99 | 476 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 65 |
| 0.69 | 105 |
| 1.06 | 135 |
| 1.43 | 163 |
| 1.81 | 189 |
| 2.18 | 212 |
| 2.55 | 233 |
| 2.99 | 254 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 367 |
| 0.69 | 389 |
| 1.06 | 406 |
| 1.43 | 421 |
| 1.81 | 436 |
| 2.18 | 450 |
| 2.55 | 463 |
| 2.99 | 476 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 73 |
| 0.69 | 112 |
| 1.06 | 143 |
| 1.43 | 171 |
| 1.81 | 197 |
| 2.18 | 220 |
| 2.55 | 240 |
| 2.99 | 261 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 249 |
| 0.69 | 264 |
| 1.06 | 275 |
| 1.43 | 285 |
| 1.81 | 295 |
| 2.18 | 304 |
| 2.55 | 313 |
| 2.99 | 322 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 249 |
| 0.69 | 264 |
| 1.06 | 275 |
| 1.43 | 285 |
| 1.81 | 295 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 97 di 119 |

| | |
|------|-----|
| 2.18 | 304 |
| 2.55 | 313 |
| 2.99 | 322 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 249 |
| 0.69 | 264 |
| 1.06 | 275 |
| 1.43 | 285 |
| 1.81 | 295 |
| 2.18 | 304 |
| 2.55 | 313 |
| 2.99 | 322 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 249 |
| 0.69 | 264 |
| 1.06 | 275 |
| 1.43 | 285 |
| 1.81 | 295 |
| 2.18 | 304 |
| 2.55 | 313 |
| 2.99 | 322 |

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

| X [m] | σ_t [kPa] |
|-------|------------------|
| 0.25 | 249 |
| 0.69 | 264 |
| 1.06 | 275 |
| 1.43 | 285 |
| 1.81 | 295 |
| 2.18 | 304 |
| 2.55 | 313 |
| 2.99 | 322 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 98 di 119 |

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

| | |
|-------------|---|
| N° | Indice sezione |
| X | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm |
| M | Momento flettente, espresso in kNm |
| V | Taglio, espresso in kN |
| N | Sforzo normale, espresso in kN |
| N_u | Sforzo normale ultimo, espressa in kN |
| M_u | Momento ultimo, espressa in kNm |
| A_{fi} | Area armatura inferiore, espressa in cmq |
| A_{fs} | Area armatura superiore, espressa in cmq |
| CS | Coeff. di sicurezza sezione |
| V_{Rd} | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN |
| V_{Rcd} | Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN |
| V_{Rsd} | Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN |
| A_{sw} | Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N_u | M_u | A_{fi} | A_{fs} | CS |
|----|------|-----------------|--------|---------|---------|----------|----------|------|
| 1 | 0.25 | 627.72 (627.72) | 320.68 | 449.80 | 880.46 | 53.09 | 19.01 | 1.40 |
| 2 | 0.69 | 415.10 (569.72) | 320.68 | 499.60 | 887.58 | 53.09 | 19.01 | 1.56 |
| 3 | 1.06 | 288.40 (387.42) | 320.68 | 766.20 | 925.67 | 53.09 | 19.01 | 2.39 |
| 4 | 1.43 | 214.96 (256.02) | 320.68 | 1245.17 | 994.10 | 53.09 | 19.01 | 3.88 |
| 5 | 1.81 | 196.97 (216.09) | 320.68 | 1521.17 | 1025.05 | 53.09 | 19.01 | 4.74 |
| 6 | 2.18 | 236.46 (317.87) | 320.68 | 962.08 | 953.66 | 53.09 | 19.01 | 3.00 |
| 7 | 2.55 | 335.38 (481.05) | 320.68 | 601.38 | 902.12 | 53.09 | 19.01 | 1.88 |
| 8 | 2.99 | 528.89 (627.72) | 320.68 | 449.80 | 880.46 | 53.09 | 19.01 | 1.40 |

Verifiche taglio

| N° | X | A_{sw} | V | V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} | FS |
|----|------|----------|---------|----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -548.21 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.633 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -390.45 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.889 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -250.05 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 1.388 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -103.68 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 3.347 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 48.30 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 7.184 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 205.59 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 1.688 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 367.85 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.943 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 521.27 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.666 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N_u | M_u | A_{fi} | A_{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|---------|----------|----------|----------|-------|
| 1 | 0.25 | -627.72 (-627.72) | 563.51 | 840.51 | -936.29 | 19.01 | 53.09 | 1.49 |
| 2 | 0.74 | -473.67 (-586.79) | 554.54 | 891.73 | -943.60 | 19.01 | 53.09 | 1.61 |
| 3 | 1.24 | -345.58 (-438.39) | 546.22 | 1237.18 | -992.96 | 19.01 | 53.09 | 2.27 |
| 4 | 1.73 | -242.10 (-315.68) | 537.90 | 1783.73 | -1046.82 | 19.01 | 53.09 | 3.32 |
| 5 | 2.31 | -149.36 (-201.48) | 528.01 | 2870.08 | -1095.16 | 19.01 | 53.09 | 5.44 |
| 6 | 2.80 | -96.00 (-131.57) | 519.87 | 3973.60 | -1005.65 | 19.01 | 53.09 | 7.64 |
| 7 | 3.28 | -62.20 (-82.24) | 511.72 | 5332.80 | -857.09 | 19.01 | 53.09 | 10.42 |
| 8 | 3.80 | -44.10 (-48.44) | 481.20 | 6772.37 | -681.69 | 19.01 | 53.09 | 14.07 |

Verifiche taglio

| N° | X | A_{sw} | V | V_{Rd} | V_{Rsd} | V_{Rcd} | FS |
|----|------|----------|--------|----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 339.64 | 379.04 | 0.00 | 0.00 | 1.116 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 285.66 | 377.85 | 0.00 | 0.00 | 1.323 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 234.38 | 376.75 | 0.00 | 0.00 | 1.607 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 185.79 | 375.66 | 0.00 | 0.00 | 2.022 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 131.62 | 374.35 | 0.00 | 0.00 | 2.844 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 89.82 | 373.28 | 0.00 | 0.00 | 4.156 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|-----------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 99 di 119 |

| | | | | | | | |
|---|------|------|-------|--------|------|------|--------|
| 7 | 3.28 | 0.00 | 50.61 | 372.20 | 0.00 | 0.00 | 7.355 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 10.95 | 368.17 | 0.00 | 0.00 | 33.623 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -528.89 (-528.89) | 541.11 | 814.82 | -796.43 | 19.01 | 42.47 | 1.51 |
| 2 | 0.74 | -391.53 (-490.38) | 532.79 | 876.30 | -806.56 | 19.01 | 42.47 | 1.64 |
| 3 | 1.24 | -279.21 (-358.48) | 524.47 | 1276.53 | -872.52 | 19.01 | 42.47 | 2.43 |
| 4 | 1.73 | -190.61 (-251.35) | 516.15 | 1948.05 | -948.64 | 19.01 | 42.47 | 3.77 |
| 5 | 2.32 | -113.75 (-153.65) | 506.16 | 3365.82 | -1021.74 | 19.01 | 42.47 | 6.65 |
| 6 | 2.81 | -72.70 (-96.42) | 497.84 | 4687.11 | -907.75 | 19.01 | 42.47 | 9.41 |
| 7 | 3.31 | -51.16 (-59.74) | 489.52 | 6159.69 | -751.70 | 19.01 | 42.47 | 12.58 |
| 8 | 3.80 | -44.10 (-48.44) | 481.20 | 6757.15 | -680.16 | 19.01 | 42.47 | 14.04 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -301.73 | 354.24 | 0.00 | 0.00 | 1.174 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -249.62 | 353.14 | 0.00 | 0.00 | 1.415 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -200.17 | 352.05 | 0.00 | 0.00 | 1.759 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -153.38 | 350.95 | 0.00 | 0.00 | 2.288 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -100.76 | 349.63 | 0.00 | 0.00 | 3.470 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -59.88 | 348.53 | 0.00 | 0.00 | 5.821 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -21.67 | 347.43 | 0.00 | 0.00 | 16.036 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -10.95 | 346.33 | 0.00 | 0.00 | 31.629 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-----------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------|
| 1 | 0.25 | 824.55 (824.55) | 397.28 | 422.33 | 876.54 | 53.09 | 19.01 | 1.06 |
| 2 | 0.69 | 734.47 (807.62) | 398.21 | 432.94 | 878.05 | 53.09 | 19.01 | 1.09 |
| 3 | 1.06 | 670.56 (727.70) | 399.00 | 485.56 | 885.57 | 53.09 | 19.01 | 1.22 |
| 4 | 1.43 | 623.28 (660.13) | 399.79 | 541.13 | 893.51 | 53.09 | 19.01 | 1.35 |
| 5 | 1.81 | 596.55 (609.19) | 400.58 | 592.35 | 900.83 | 53.09 | 19.01 | 1.48 |
| 6 | 2.18 | 593.92 (609.04) | 401.37 | 593.80 | 901.04 | 53.09 | 19.01 | 1.48 |
| 7 | 2.55 | 618.62 (664.69) | 402.16 | 540.56 | 893.43 | 53.09 | 19.01 | 1.34 |
| 8 | 2.99 | 686.03 (762.98) | 403.09 | 466.40 | 882.84 | 53.09 | 19.01 | 1.16 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -217.15 | 357.10 | 0.00 | 0.00 | 1.644 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -184.72 | 357.22 | 0.00 | 0.00 | 1.934 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -144.31 | 357.32 | 0.00 | 0.00 | 2.476 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -93.05 | 357.43 | 0.00 | 0.00 | 3.841 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | -31.92 | 357.53 | 0.00 | 0.00 | 11.201 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 38.18 | 357.64 | 0.00 | 0.00 | 9.368 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 116.34 | 357.74 | 0.00 | 0.00 | 3.075 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 194.34 | 357.86 | 0.00 | 0.00 | 1.841 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 100 di 119 |

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -824.55 (-824.55) | 219.85 | 226.24 | -848.52 | 19.01 | 53.09 | 1.03 |
| 2 | 0.74 | -630.13 (-773.77) | 213.77 | 234.76 | -849.74 | 19.01 | 53.09 | 1.10 |
| 3 | 1.24 | -466.52 (-585.82) | 208.13 | 305.49 | -859.85 | 19.01 | 53.09 | 1.47 |
| 4 | 1.73 | -332.73 (-428.47) | 202.49 | 413.66 | -875.30 | 19.01 | 53.09 | 2.04 |
| 5 | 2.31 | -211.21 (-280.02) | 195.79 | 634.04 | -906.79 | 19.01 | 53.09 | 3.24 |
| 6 | 2.80 | -140.43 (-187.86) | 190.27 | 966.52 | -954.29 | 19.01 | 53.09 | 5.08 |
| 7 | 3.28 | -95.24 (-122.06) | 184.75 | 1555.86 | -1027.92 | 19.01 | 53.09 | 8.42 |
| 8 | 3.80 | -72.70 (-78.09) | 164.30 | 2271.74 | -1079.67 | 19.01 | 53.09 | 13.83 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|--------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 426.21 | 333.67 | 0.00 | 0.00 | 0.783 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 362.73 | 332.87 | 0.00 | 0.00 | 0.918 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 301.25 | 332.13 | 0.00 | 0.00 | 1.102 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 241.77 | 331.38 | 0.00 | 0.00 | 1.371 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 173.75 | 330.50 | 0.00 | 0.00 | 1.902 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 119.78 | 329.77 | 0.00 | 0.00 | 2.753 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 67.73 | 329.04 | 0.00 | 0.00 | 4.858 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 13.60 | 326.34 | 0.00 | 0.00 | 23.996 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -686.03 (-686.03) | 204.92 | 208.02 | -696.42 | 19.01 | 42.47 | 1.02 |
| 2 | 0.74 | -514.40 (-638.26) | 199.27 | 217.95 | -698.06 | 19.01 | 42.47 | 1.09 |
| 3 | 1.24 | -372.57 (-472.87) | 193.63 | 290.76 | -710.06 | 19.01 | 42.47 | 1.50 |
| 4 | 1.73 | -259.58 (-337.10) | 187.99 | 406.63 | -729.15 | 19.01 | 42.47 | 2.16 |
| 5 | 2.32 | -160.72 (-211.92) | 181.22 | 659.14 | -770.77 | 19.01 | 42.47 | 3.64 |
| 6 | 2.81 | -107.82 (-137.93) | 175.58 | 1066.67 | -837.93 | 19.01 | 42.47 | 6.08 |
| 7 | 3.31 | -80.69 (-90.49) | 169.94 | 1738.56 | -925.71 | 19.01 | 42.47 | 10.23 |
| 8 | 3.80 | -72.70 (-78.09) | 164.30 | 2008.20 | -954.42 | 19.01 | 42.47 | 12.22 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -374.16 | 309.87 | 0.00 | 0.00 | 0.828 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -312.77 | 309.12 | 0.00 | 0.00 | 0.988 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -253.30 | 308.38 | 0.00 | 0.00 | 1.217 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -195.76 | 307.63 | 0.00 | 0.00 | 1.572 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -129.27 | 306.74 | 0.00 | 0.00 | 2.373 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -76.03 | 305.99 | 0.00 | 0.00 | 4.025 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -24.74 | 305.25 | 0.00 | 0.00 | 12.340 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -13.60 | 304.50 | 0.00 | 0.00 | 22.390 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-----------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------|
| 1 | 0.25 | 621.88 (621.88) | 317.39 | 449.33 | 880.40 | 53.09 | 19.01 | 1.42 |
| 2 | 0.69 | 409.27 (563.87) | 317.39 | 499.60 | 887.58 | 53.09 | 19.01 | 1.57 |
| 3 | 1.06 | 282.58 (381.59) | 317.39 | 770.44 | 926.28 | 53.09 | 19.01 | 2.43 |
| 4 | 1.43 | 209.15 (250.20) | 317.39 | 1264.58 | 996.87 | 53.09 | 19.01 | 3.98 |
| 5 | 1.81 | 191.15 (210.28) | 317.39 | 1550.90 | 1027.51 | 53.09 | 19.01 | 4.89 |
| 6 | 2.18 | 230.64 (312.05) | 317.39 | 971.32 | 954.98 | 53.09 | 19.01 | 3.06 |
| 7 | 2.55 | 329.56 (475.22) | 317.39 | 602.63 | 902.30 | 53.09 | 19.01 | 1.90 |
| 8 | 2.99 | 523.06 (621.88) | 317.39 | 449.33 | 880.40 | 53.09 | 19.01 | 1.42 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 101 di 119 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -548.21 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 0.632 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -390.41 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 0.888 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -250.02 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 1.386 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -103.67 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 3.343 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 48.30 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 7.175 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 205.57 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 1.686 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 367.83 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 0.942 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 521.26 | 346.55 | 0.00 | 0.00 | 0.665 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -621.88 (-621.88) | 563.51 | 849.58 | -937.58 | 19.01 | 53.09 | 1.51 |
| 2 | 0.74 | -469.34 (-581.34) | 554.54 | 901.42 | -944.99 | 19.01 | 53.09 | 1.63 |
| 3 | 1.24 | -342.53 (-434.40) | 546.22 | 1251.03 | -994.94 | 19.01 | 53.09 | 2.29 |
| 4 | 1.73 | -240.11 (-312.93) | 537.90 | 1802.01 | -1048.34 | 19.01 | 53.09 | 3.35 |
| 5 | 2.31 | -148.33 (-199.91) | 528.01 | 2889.55 | -1094.00 | 19.01 | 53.09 | 5.47 |
| 6 | 2.80 | -95.54 (-130.73) | 519.87 | 3991.48 | -1003.77 | 19.01 | 53.09 | 7.68 |
| 7 | 3.28 | -62.08 (-81.93) | 511.72 | 5344.88 | -855.73 | 19.01 | 53.09 | 10.44 |
| 8 | 3.80 | -44.10 (-48.44) | 481.20 | 6772.37 | -681.69 | 19.01 | 53.09 | 14.07 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|--------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 336.35 | 379.04 | 0.00 | 0.00 | 1.127 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 282.82 | 377.85 | 0.00 | 0.00 | 1.336 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 232.00 | 376.75 | 0.00 | 0.00 | 1.624 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 183.87 | 375.66 | 0.00 | 0.00 | 2.043 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 130.24 | 374.35 | 0.00 | 0.00 | 2.874 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 88.89 | 373.28 | 0.00 | 0.00 | 4.200 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 50.12 | 372.20 | 0.00 | 0.00 | 7.426 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 10.95 | 368.17 | 0.00 | 0.00 | 33.623 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -523.06 (-523.06) | 541.11 | 825.77 | -798.23 | 19.01 | 42.47 | 1.53 |
| 2 | 0.74 | -387.21 (-484.94) | 532.79 | 888.31 | -808.54 | 19.01 | 42.47 | 1.67 |
| 3 | 1.24 | -276.17 (-354.50) | 524.47 | 1295.47 | -875.64 | 19.01 | 42.47 | 2.47 |
| 4 | 1.73 | -188.63 (-248.61) | 516.15 | 1975.83 | -951.68 | 19.01 | 42.47 | 3.83 |
| 5 | 2.32 | -112.74 (-152.10) | 506.16 | 3393.34 | -1019.69 | 19.01 | 42.47 | 6.70 |
| 6 | 2.81 | -72.25 (-95.61) | 497.84 | 4713.19 | -905.12 | 19.01 | 42.47 | 9.47 |
| 7 | 3.31 | -51.05 (-59.44) | 489.52 | 6175.18 | -749.88 | 19.01 | 42.47 | 12.61 |
| 8 | 3.80 | -44.10 (-48.44) | 481.20 | 6757.15 | -680.16 | 19.01 | 42.47 | 14.04 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -298.44 | 354.24 | 0.00 | 0.00 | 1.187 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -246.79 | 353.14 | 0.00 | 0.00 | 1.431 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -197.80 | 352.05 | 0.00 | 0.00 | 1.780 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -151.46 | 350.95 | 0.00 | 0.00 | 2.317 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -99.40 | 349.63 | 0.00 | 0.00 | 3.518 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -58.97 | 348.53 | 0.00 | 0.00 | 5.911 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -21.21 | 347.43 | 0.00 | 0.00 | 16.381 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -10.95 | 346.33 | 0.00 | 0.00 | 31.629 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 102 di 119 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-----------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------|
| 1 | 0.25 | 824.55 (824.55) | 397.28 | 422.33 | 876.54 | 53.09 | 19.01 | 1.06 |
| 2 | 0.69 | 731.71 (806.74) | 398.21 | 433.44 | 878.13 | 53.09 | 19.01 | 1.09 |
| 3 | 1.06 | 666.28 (724.50) | 399.00 | 487.89 | 885.91 | 53.09 | 19.01 | 1.22 |
| 4 | 1.43 | 618.25 (655.36) | 399.79 | 545.45 | 894.13 | 53.09 | 19.01 | 1.36 |
| 5 | 1.81 | 591.52 (603.61) | 400.58 | 598.40 | 901.69 | 53.09 | 19.01 | 1.49 |
| 6 | 2.18 | 589.65 (606.12) | 401.37 | 596.97 | 901.49 | 53.09 | 19.01 | 1.49 |
| 7 | 2.55 | 615.87 (664.10) | 402.16 | 541.08 | 893.51 | 53.09 | 19.01 | 1.35 |
| 8 | 2.99 | 686.03 (765.84) | 403.09 | 464.52 | 882.57 | 53.09 | 19.01 | 1.15 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -224.34 | 357.10 | 0.00 | 0.00 | 1.592 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -189.47 | 357.22 | 0.00 | 0.00 | 1.885 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -147.01 | 357.32 | 0.00 | 0.00 | 2.431 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -93.71 | 357.43 | 0.00 | 0.00 | 3.814 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | -30.55 | 357.53 | 0.00 | 0.00 | 11.704 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 41.59 | 357.64 | 0.00 | 0.00 | 8.600 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 121.80 | 357.74 | 0.00 | 0.00 | 2.937 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 201.54 | 357.86 | 0.00 | 0.00 | 1.776 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | 0.25 | -824.55 (-824.55) | 227.37 | 234.30 | -849.67 | 19.01 | 53.09 | 1.03 |
| 2 | 0.74 | -630.13 (-773.77) | 220.25 | 242.17 | -850.80 | 19.01 | 53.09 | 1.10 |
| 3 | 1.24 | -466.52 (-585.82) | 213.56 | 313.90 | -861.05 | 19.01 | 53.09 | 1.47 |
| 4 | 1.73 | -332.73 (-428.47) | 206.88 | 423.28 | -876.67 | 19.01 | 53.09 | 2.05 |
| 5 | 2.31 | -211.21 (-280.02) | 198.94 | 645.38 | -908.41 | 19.01 | 53.09 | 3.24 |
| 6 | 2.80 | -140.43 (-187.86) | 192.39 | 979.16 | -956.09 | 19.01 | 53.09 | 5.09 |
| 7 | 3.28 | -95.24 (-122.06) | 185.85 | 1566.46 | -1028.80 | 19.01 | 53.09 | 8.43 |
| 8 | 3.80 | -72.70 (-78.09) | 164.30 | 2271.74 | -1079.67 | 19.01 | 53.09 | 13.83 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|--------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 426.21 | 334.67 | 0.00 | 0.00 | 0.785 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 362.73 | 333.73 | 0.00 | 0.00 | 0.920 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 301.25 | 332.84 | 0.00 | 0.00 | 1.105 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 241.77 | 331.96 | 0.00 | 0.00 | 1.373 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 173.75 | 330.91 | 0.00 | 0.00 | 1.905 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 119.78 | 330.05 | 0.00 | 0.00 | 2.755 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 67.73 | 329.19 | 0.00 | 0.00 | 4.860 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 13.60 | 326.34 | 0.00 | 0.00 | 23.996 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | N _u | M _u | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|----|------|-------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------|
| 1 | 0.25 | -686.03 (-686.03) | 212.43 | 216.06 | -697.75 | 19.01 | 42.47 | 1.02 |
| 2 | 0.74 | -514.40 (-638.26) | 205.75 | 225.42 | -699.29 | 19.01 | 42.47 | 1.10 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 103 di 119 |

| | | | | | | | | |
|---|------|-------------------|--------|---------|---------|-------|-------|-------|
| 3 | 1.24 | -372.57 (-472.88) | 199.06 | 299.51 | -711.50 | 19.01 | 42.47 | 1.50 |
| 4 | 1.73 | -259.58 (-337.10) | 192.38 | 417.10 | -730.88 | 19.01 | 42.47 | 2.17 |
| 5 | 2.32 | -160.72 (-211.92) | 184.36 | 672.43 | -772.96 | 19.01 | 42.47 | 3.65 |
| 6 | 2.81 | -107.82 (-137.93) | 177.67 | 1082.77 | -840.58 | 19.01 | 42.47 | 6.09 |
| 7 | 3.31 | -80.69 (-90.49) | 170.99 | 1752.03 | -927.19 | 19.01 | 42.47 | 10.25 |
| 8 | 3.80 | -72.70 (-78.09) | 164.30 | 2008.20 | -954.42 | 19.01 | 42.47 | 12.22 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | FS |
|----|------|-----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -374.16 | 310.86 | 0.00 | 0.00 | 0.831 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -312.77 | 309.97 | 0.00 | 0.00 | 0.991 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -253.30 | 309.09 | 0.00 | 0.00 | 1.220 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -195.76 | 308.21 | 0.00 | 0.00 | 1.574 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -129.28 | 307.15 | 0.00 | 0.00 | 2.376 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -76.03 | 306.27 | 0.00 | 0.00 | 4.028 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -24.74 | 305.39 | 0.00 | 0.00 | 12.346 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -13.60 | 304.50 | 0.00 | 0.00 | 22.390 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 104 di 119 |

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

| | |
|---------------|--|
| N° | Indice sezione |
| X | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m |
| M | Momento flettente, espresso in kNm |
| V | Taglio, espresso in kN |
| N | Sforzo normale, espresso in kN |
| A_{fi} | Area armatura inferiore, espressa in cm ² |
| A_{fs} | Area armatura superiore, espressa in cm ² |
| σ_{fi} | Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa |
| σ_{fs} | Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa |
| σ_c | Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa |
| τ_c | Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa |
| A_{sw} | Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm ² |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | 423.43 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 109111 | 192310 | 10447 |
| 2 | 0.69 | 280.05 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 74579 | 121196 | 7033 |
| 3 | 1.06 | 194.67 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 53936 | 78960 | 4995 |
| 4 | 1.43 | 145.26 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 41914 | 54627 | 3811 |
| 5 | 1.81 | 133.26 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 38979 | 48746 | 3522 |
| 6 | 2.18 | 160.04 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 45520 | 61890 | 4165 |
| 7 | 2.55 | 226.89 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 61739 | 94881 | 5765 |
| 8 | 2.99 | 357.53 | 218.28 | 53.09 | 19.01 | 93252 | 159612 | 8879 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -369.73 | -989 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -263.12 | -704 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -168.32 | -450 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -69.52 | -186 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 33.02 | 88 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 139.09 | 372 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 248.47 | 664 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 351.76 | 941 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -423.43 | 380.11 | 19.01 | 53.09 | 179235 | 114358 | 10714 |
| 2 | 0.74 | -318.83 | 373.51 | 19.01 | 53.09 | 128060 | 88826 | 8205 |
| 3 | 1.24 | -232.09 | 367.35 | 19.01 | 53.09 | 85870 | 67516 | 6116 |
| 4 | 1.73 | -162.23 | 361.19 | 19.01 | 53.09 | 52322 | 50138 | 4421 |
| 5 | 2.31 | -99.83 | 353.87 | 19.01 | 53.09 | 23376 | 34240 | 2889 |
| 6 | 2.80 | -64.06 | 347.83 | 19.01 | 53.09 | 8360 | 24826 | 2004 |
| 7 | 3.28 | -41.47 | 341.80 | 19.01 | 53.09 | 857 | 18877 | 1466 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 53.09 | 1523 | 15453 | 1177 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|--------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 230.92 | 617 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 193.69 | 518 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 158.46 | 424 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 125.23 | 335 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 88.38 | 236 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 60.11 | 161 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 33.77 | 90 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 105 di 119 |

8 3.80 0.00 7.30 20

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -357.53 | 365.17 | 19.01 | 42.47 | 181542 | 100542 | 9672 |
| 2 | 0.74 | -264.06 | 359.01 | 19.01 | 42.47 | 125154 | 77064 | 7266 |
| 3 | 1.24 | -187.84 | 352.85 | 19.01 | 42.47 | 79607 | 57701 | 5292 |
| 4 | 1.73 | -127.90 | 346.69 | 19.01 | 42.47 | 44530 | 42158 | 3723 |
| 5 | 2.32 | -76.09 | 339.29 | 19.01 | 42.47 | 16112 | 28200 | 2346 |
| 6 | 2.81 | -48.52 | 333.13 | 19.01 | 42.47 | 3744 | 20545 | 1625 |
| 7 | 3.31 | -34.11 | 326.96 | 19.01 | 42.47 | 682 | 16696 | 1282 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 42.47 | 1630 | 15426 | 1174 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -205.64 | -550 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -169.66 | -454 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -135.65 | -363 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -103.62 | -277 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -67.80 | -181 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -40.14 | -107 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -14.47 | -39 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -7.30 | -20 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | 419.53 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 108101 | 190556 | 10350 |
| 2 | 0.69 | 276.16 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 73569 | 119445 | 6936 |
| 3 | 1.06 | 190.79 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 52927 | 77215 | 4898 |
| 4 | 1.43 | 141.38 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 40903 | 52893 | 3714 |
| 5 | 1.81 | 129.38 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 37966 | 47016 | 3426 |
| 6 | 2.18 | 156.16 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 44509 | 60152 | 4069 |
| 7 | 2.55 | 223.01 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 60731 | 93135 | 5668 |
| 8 | 2.99 | 353.64 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 92244 | 157862 | 8782 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -369.72 | -989 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -263.10 | -703 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -168.30 | -450 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -69.51 | -186 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 33.01 | 88 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 139.08 | 372 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 248.46 | 664 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 351.76 | 941 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|---|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|----|---|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 106 di 119 |

| | | | | | | | | |
|---|------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 1 | 0.25 | -419.53 | 380.11 | 19.01 | 53.09 | 177306 | 113416 | 10621 |
| 2 | 0.74 | -315.94 | 373.51 | 19.01 | 53.09 | 126635 | 88125 | 8136 |
| 3 | 1.24 | -230.06 | 367.35 | 19.01 | 53.09 | 84874 | 67018 | 6067 |
| 4 | 1.73 | -160.91 | 361.19 | 19.01 | 53.09 | 51683 | 49809 | 4389 |
| 5 | 2.31 | -99.15 | 353.87 | 19.01 | 53.09 | 23067 | 34066 | 2872 |
| 6 | 2.80 | -63.75 | 347.83 | 19.01 | 53.09 | 8239 | 24745 | 1997 |
| 7 | 3.28 | -41.39 | 341.80 | 19.01 | 53.09 | 834 | 18857 | 1464 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 53.09 | 1523 | 15453 | 1177 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|--------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 228.72 | 612 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 191.80 | 513 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 156.88 | 419 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 123.95 | 331 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 87.46 | 234 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 59.49 | 159 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 33.45 | 89 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 7.30 | 20 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -353.64 | 365.17 | 19.01 | 42.47 | 179167 | 99577 | 9573 |
| 2 | 0.74 | -261.18 | 359.01 | 19.01 | 42.47 | 123402 | 76344 | 7192 |
| 3 | 1.24 | -185.81 | 352.85 | 19.01 | 42.47 | 78389 | 57187 | 5240 |
| 4 | 1.73 | -126.58 | 346.69 | 19.01 | 42.47 | 43759 | 41814 | 3688 |
| 5 | 2.32 | -75.41 | 339.29 | 19.01 | 42.47 | 15763 | 28017 | 2329 |
| 6 | 2.81 | -48.22 | 333.13 | 19.01 | 42.47 | 3630 | 20465 | 1618 |
| 7 | 3.31 | -34.03 | 326.96 | 19.01 | 42.47 | 702 | 16678 | 1280 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 42.47 | 1630 | 15426 | 1174 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -203.45 | -544 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -167.77 | -449 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -134.07 | -358 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -102.34 | -274 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -66.88 | -179 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -39.53 | -106 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -14.16 | -38 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -7.30 | -20 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | 418.23 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 107764 | 189971 | 10318 |
| 2 | 0.69 | 274.86 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 73233 | 118861 | 6904 |
| 3 | 1.06 | 189.50 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 52590 | 76634 | 4866 |
| 4 | 1.43 | 140.09 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 40565 | 52315 | 3682 |
| 5 | 1.81 | 128.09 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 37628 | 46439 | 3393 |
| 6 | 2.18 | 154.87 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 44173 | 59573 | 4037 |
| 7 | 2.55 | 221.72 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 60395 | 92553 | 5636 |
| 8 | 2.99 | 352.35 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 91908 | 157279 | 8750 |

Verifiche taglio

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 107 di 119 |

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -369.72 | -989 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -263.10 | -703 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -168.29 | -450 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -69.51 | -186 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 33.01 | 88 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 139.07 | 372 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 248.46 | 664 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 351.76 | 941 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -418.23 | 380.11 | 19.01 | 53.09 | 176664 | 113102 | 10590 |
| 2 | 0.74 | -314.97 | 373.51 | 19.01 | 53.09 | 126160 | 87891 | 8113 |
| 3 | 1.24 | -229.38 | 367.35 | 19.01 | 53.09 | 84542 | 66852 | 6050 |
| 4 | 1.73 | -160.47 | 361.19 | 19.01 | 53.09 | 51470 | 49699 | 4378 |
| 5 | 2.31 | -98.92 | 353.87 | 19.01 | 53.09 | 22964 | 34007 | 2867 |
| 6 | 2.80 | -63.65 | 347.83 | 19.01 | 53.09 | 8198 | 24718 | 1994 |
| 7 | 3.28 | -41.36 | 341.80 | 19.01 | 53.09 | 826 | 18850 | 1464 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 53.09 | 1523 | 15453 | 1177 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|--------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 227.99 | 610 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 191.17 | 511 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 156.35 | 418 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 123.52 | 330 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 87.15 | 233 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 59.28 | 159 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 33.34 | 89 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 7.30 | 20 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -352.35 | 365.18 | 19.01 | 42.47 | 178375 | 99255 | 9539 |
| 2 | 0.74 | -260.22 | 359.01 | 19.01 | 42.47 | 122818 | 76103 | 7167 |
| 3 | 1.24 | -185.14 | 352.85 | 19.01 | 42.47 | 77983 | 57016 | 5222 |
| 4 | 1.73 | -126.14 | 346.69 | 19.01 | 42.47 | 43502 | 41699 | 3677 |
| 5 | 2.32 | -75.19 | 339.29 | 19.01 | 42.47 | 15648 | 27955 | 2323 |
| 6 | 2.81 | -48.13 | 333.13 | 19.01 | 42.47 | 3592 | 20439 | 1616 |
| 7 | 3.31 | -34.01 | 326.96 | 19.01 | 42.47 | 708 | 16672 | 1279 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 42.47 | 1630 | 15426 | 1174 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -202.72 | -542 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -167.15 | -447 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -133.55 | -357 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -101.92 | -273 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -66.58 | -178 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -39.33 | -105 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -14.06 | -38 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -7.30 | -20 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 108 di 119 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | 419.53 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 108101 | 190556 | 10350 |
| 2 | 0.69 | 276.16 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 73569 | 119445 | 6936 |
| 3 | 1.06 | 190.79 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 52927 | 77215 | 4898 |
| 4 | 1.43 | 141.38 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 40903 | 52893 | 3714 |
| 5 | 1.81 | 129.38 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 37966 | 47016 | 3426 |
| 6 | 2.18 | 156.16 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 44509 | 60152 | 4069 |
| 7 | 2.55 | 223.01 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 60731 | 93135 | 5668 |
| 8 | 2.99 | 353.64 | 216.08 | 53.09 | 19.01 | 92244 | 157862 | 8782 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -369.72 | -989 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -263.10 | -703 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -168.30 | -450 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -69.51 | -186 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 33.01 | 88 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 139.08 | 372 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 248.46 | 664 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 351.76 | 941 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -419.53 | 380.11 | 19.01 | 53.09 | 177306 | 113416 | 10621 |
| 2 | 0.74 | -315.94 | 373.51 | 19.01 | 53.09 | 126635 | 88125 | 8136 |
| 3 | 1.24 | -230.06 | 367.35 | 19.01 | 53.09 | 84874 | 67018 | 6067 |
| 4 | 1.73 | -160.91 | 361.19 | 19.01 | 53.09 | 51683 | 49809 | 4389 |
| 5 | 2.31 | -99.15 | 353.87 | 19.01 | 53.09 | 23067 | 34066 | 2872 |
| 6 | 2.80 | -63.75 | 347.83 | 19.01 | 53.09 | 8239 | 24745 | 1997 |
| 7 | 3.28 | -41.39 | 341.80 | 19.01 | 53.09 | 834 | 18857 | 1464 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 53.09 | 1523 | 15453 | 1177 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|--------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 228.72 | 612 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 191.80 | 513 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | 156.88 | 419 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 123.95 | 331 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 87.46 | 234 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 59.49 | 159 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 33.45 | 89 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 7.30 | 20 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -353.64 | 365.17 | 19.01 | 42.47 | 179167 | 99577 | 9573 |
| 2 | 0.74 | -261.18 | 359.01 | 19.01 | 42.47 | 123402 | 76344 | 7192 |
| 3 | 1.24 | -185.81 | 352.85 | 19.01 | 42.47 | 78389 | 57187 | 5240 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 109 di 119 |

| | | | | | | | | |
|---|------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| 4 | 1.73 | -126.58 | 346.69 | 19.01 | 42.47 | 43759 | 41814 | 3688 |
| 5 | 2.32 | -75.41 | 339.29 | 19.01 | 42.47 | 15763 | 28017 | 2329 |
| 6 | 2.81 | -48.22 | 333.13 | 19.01 | 42.47 | 3630 | 20465 | 1618 |
| 7 | 3.31 | -34.03 | 326.96 | 19.01 | 42.47 | 702 | 16678 | 1280 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 42.47 | 1630 | 15426 | 1174 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -203.45 | -544 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -167.77 | -449 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -134.07 | -358 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -102.34 | -274 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -66.88 | -179 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -39.53 | -106 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -14.16 | -38 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -7.30 | -20 |

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | 418.23 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 107764 | 189971 | 10318 |
| 2 | 0.69 | 274.86 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 73233 | 118861 | 6904 |
| 3 | 1.06 | 189.50 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 52590 | 76634 | 4866 |
| 4 | 1.43 | 140.09 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 40565 | 52315 | 3682 |
| 5 | 1.81 | 128.09 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 37628 | 46439 | 3393 |
| 6 | 2.18 | 154.87 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 44173 | 59573 | 4037 |
| 7 | 2.55 | 221.72 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 60395 | 92553 | 5636 |
| 8 | 2.99 | 352.35 | 215.35 | 53.09 | 19.01 | 91908 | 157279 | 8750 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -369.72 | -989 |
| 2 | 0.69 | 0.00 | -263.10 | -703 |
| 3 | 1.06 | 0.00 | -168.29 | -450 |
| 4 | 1.43 | 0.00 | -69.51 | -186 |
| 5 | 1.81 | 0.00 | 33.01 | 88 |
| 6 | 2.18 | 0.00 | 139.07 | 372 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 248.46 | 664 |
| 8 | 2.99 | 0.00 | 351.76 | 941 |

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -418.23 | 380.11 | 19.01 | 53.09 | 176664 | 113102 | 10590 |
| 2 | 0.74 | -314.97 | 373.51 | 19.01 | 53.09 | 126160 | 87891 | 8113 |
| 3 | 1.24 | -229.38 | 367.35 | 19.01 | 53.09 | 84542 | 66852 | 6050 |
| 4 | 1.73 | -160.47 | 361.19 | 19.01 | 53.09 | 51470 | 49699 | 4378 |
| 5 | 2.31 | -98.92 | 353.87 | 19.01 | 53.09 | 22964 | 34007 | 2867 |
| 6 | 2.80 | -63.65 | 347.83 | 19.01 | 53.09 | 8198 | 24718 | 1994 |
| 7 | 3.28 | -41.36 | 341.80 | 19.01 | 53.09 | 826 | 18850 | 1464 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 53.09 | 1523 | 15453 | 1177 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|--------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | 227.99 | 610 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | 191.17 | 511 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 110 di 119 |

| | | | | |
|---|------|------|--------|-----|
| 3 | 1.24 | 0.00 | 156.35 | 418 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | 123.52 | 330 |
| 5 | 2.31 | 0.00 | 87.15 | 233 |
| 6 | 2.80 | 0.00 | 59.28 | 159 |
| 7 | 3.28 | 0.00 | 33.34 | 89 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | 7.30 | 20 |

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

Verifiche presso-flessione

| N° | X | M | N | A _{fi} | A _{fs} | σ _{fs} | σ _{fi} | σ _c |
|----|------|---------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0.25 | -352.35 | 365.18 | 19.01 | 42.47 | 178375 | 99255 | 9539 |
| 2 | 0.74 | -260.22 | 359.01 | 19.01 | 42.47 | 122818 | 76103 | 7167 |
| 3 | 1.24 | -185.14 | 352.85 | 19.01 | 42.47 | 77983 | 57016 | 5222 |
| 4 | 1.73 | -126.14 | 346.69 | 19.01 | 42.47 | 43502 | 41699 | 3677 |
| 5 | 2.32 | -75.19 | 339.29 | 19.01 | 42.47 | 15648 | 27955 | 2323 |
| 6 | 2.81 | -48.13 | 333.13 | 19.01 | 42.47 | 3592 | 20439 | 1616 |
| 7 | 3.31 | -34.01 | 326.96 | 19.01 | 42.47 | 708 | 16672 | 1279 |
| 8 | 3.80 | -29.40 | 320.80 | 19.01 | 42.47 | 1630 | 15426 | 1174 |

Verifiche taglio

| N° | X | A _{sw} | V | τ _c |
|----|------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 0.25 | 0.00 | -202.72 | -542 |
| 2 | 0.74 | 0.00 | -167.15 | -447 |
| 3 | 1.24 | 0.00 | -133.55 | -357 |
| 4 | 1.73 | 0.00 | -101.92 | -273 |
| 5 | 2.32 | 0.00 | -66.58 | -178 |
| 6 | 2.81 | 0.00 | -39.33 | -105 |
| 7 | 3.31 | 0.00 | -14.06 | -38 |
| 8 | 3.80 | 0.00 | -7.30 | -20 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 111 di 119 |

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

| | |
|-----------------|---|
| N° | Indice sezione |
| X_i | Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m |
| M_p | Momento, espresse in kNm |
| M_n | Momento, espresse in kNm |
| w_k | Ampiezza fessure, espresse in mm |
| w_{lim} | Apertura limite fessure, espresse in mm |
| s | Distanza media tra le fessure, espresse in mm |
| ϵ_{sm} | Deformazione nelle fessure, espresse in [%] |

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | M _p | M _n | M | w | w _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 423.43 | 0.09 | 100.00 | 59.94 | 0.084 |
| 2 | 0.69 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 280.05 | 0.05 | 100.00 | 59.94 | 0.045 |
| 3 | 1.06 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 194.67 | 0.02 | 100.00 | 59.94 | 0.018 |
| 4 | 1.43 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 145.26 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 1.81 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 133.26 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.18 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 160.04 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 2.55 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 226.89 | 0.03 | 100.00 | 59.94 | 0.029 |
| 8 | 2.99 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 357.53 | 0.07 | 100.00 | 59.94 | 0.066 |

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | M _p | M _n | M | w | w _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -423.43 | 0.12 | 100.00 | 88.22 | 0.077 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -318.83 | 0.07 | 100.00 | 88.22 | 0.049 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -232.09 | 0.03 | 100.00 | 88.22 | 0.023 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -162.23 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.31 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -99.83 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -64.06 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.28 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -41.47 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -29.40 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | M _p | M _n | M | w | w _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -357.53 | 0.14 | 100.00 | 109.25 | 0.075 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -264.06 | 0.08 | 100.00 | 109.25 | 0.042 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -187.84 | 0.03 | 100.00 | 109.25 | 0.015 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -127.90 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.32 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -76.09 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.81 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -48.52 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.31 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -34.11 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -29.40 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | M _p | M _n | M | w | w _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 419.53 | 0.09 | 0.15 | 59.94 | 0.083 |
| 2 | 0.69 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 276.16 | 0.05 | 0.15 | 59.94 | 0.044 |
| 3 | 1.06 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 190.79 | 0.02 | 0.15 | 59.94 | 0.017 |
| 4 | 1.43 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 141.38 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 1.81 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 129.38 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.18 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 156.16 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 2.55 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 223.01 | 0.03 | 0.15 | 59.94 | 0.028 |
| 8 | 2.99 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 353.64 | 0.07 | 0.15 | 59.94 | 0.065 |

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | M _p | M _n | M | w | w _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---|---|------------------|----------------|-----------------|
|----|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---|---|------------------|----------------|-----------------|

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 112 di 119 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|--------|---------|---------|------|------|-------|-------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -419.53 | 0.12 | 0.15 | 88.22 | 0.076 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -315.94 | 0.07 | 0.15 | 88.22 | 0.048 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -230.06 | 0.03 | 0.15 | 88.22 | 0.022 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -160.91 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.31 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -99.15 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -63.75 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.28 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -41.39 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -29.40 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -353.64 | 0.14 | 0.15 | 109.25 | 0.073 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -261.18 | 0.08 | 0.15 | 109.25 | 0.041 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -185.81 | 0.03 | 0.15 | 109.25 | 0.015 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -126.58 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.32 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -75.41 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.81 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -48.22 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.31 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -34.03 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -29.40 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 418.23 | 0.09 | 0.10 | 59.94 | 0.082 |
| 2 | 0.69 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 274.86 | 0.05 | 0.10 | 59.94 | 0.044 |
| 3 | 1.06 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 189.50 | 0.02 | 0.10 | 59.94 | 0.016 |
| 4 | 1.43 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 140.09 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 1.81 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 128.09 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.18 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 154.87 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 2.55 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 221.72 | 0.03 | 0.10 | 59.94 | 0.027 |
| 8 | 2.99 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 352.35 | 0.07 | 0.10 | 59.94 | 0.065 |

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -418.23 | 0.12 | 0.10 | 88.22 | 0.075 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -314.97 | 0.07 | 0.10 | 88.22 | 0.048 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -229.38 | 0.03 | 0.10 | 88.22 | 0.022 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -160.47 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.31 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -98.92 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -63.65 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.28 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -41.36 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -29.40 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -352.35 | 0.14 | 0.10 | 109.25 | 0.073 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -260.22 | 0.08 | 0.10 | 109.25 | 0.041 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -185.14 | 0.03 | 0.10 | 109.25 | 0.015 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -126.14 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.32 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -75.19 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.81 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -48.13 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.31 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -34.01 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -29.40 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 419.53 | 0.09 | 100.00 | 59.94 | 0.083 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 113 di 119 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|--------|---------|--------|------|--------|-------|-------|
| 2 | 0.69 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 276.16 | 0.05 | 100.00 | 59.94 | 0.044 |
| 3 | 1.06 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 190.79 | 0.02 | 100.00 | 59.94 | 0.017 |
| 4 | 1.43 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 141.38 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 1.81 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 129.38 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.18 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 156.16 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 2.55 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 223.01 | 0.03 | 100.00 | 59.94 | 0.028 |
| 8 | 2.99 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 353.64 | 0.07 | 100.00 | 59.94 | 0.065 |

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -419.53 | 0.12 | 100.00 | 88.22 | 0.076 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -315.94 | 0.07 | 100.00 | 88.22 | 0.048 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -230.06 | 0.03 | 100.00 | 88.22 | 0.022 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -160.91 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.31 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -99.15 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -63.75 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.28 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -41.39 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -29.40 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -353.64 | 0.14 | 100.00 | 109.25 | 0.073 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -261.18 | 0.08 | 100.00 | 109.25 | 0.041 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -185.81 | 0.03 | 100.00 | 109.25 | 0.015 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -126.58 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.32 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -75.41 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.81 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -48.22 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.31 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -34.03 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -29.40 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|--------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 418.23 | 0.09 | 0.15 | 59.94 | 0.082 |
| 2 | 0.69 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 274.86 | 0.05 | 0.15 | 59.94 | 0.044 |
| 3 | 1.06 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 189.50 | 0.02 | 0.15 | 59.94 | 0.016 |
| 4 | 1.43 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 140.09 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 1.81 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 128.09 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.18 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 154.87 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 2.55 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 221.72 | 0.03 | 0.15 | 59.94 | 0.027 |
| 8 | 2.99 | 53.09 | 19.01 | 169.01 | -148.19 | 352.35 | 0.07 | 0.15 | 59.94 | 0.065 |

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -418.23 | 0.12 | 0.15 | 88.22 | 0.075 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -314.97 | 0.07 | 0.15 | 88.22 | 0.048 |
| 3 | 1.24 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -229.38 | 0.03 | 0.15 | 88.22 | 0.022 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -160.47 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.31 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -98.92 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -63.65 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.28 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -41.36 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 53.09 | 148.19 | -169.01 | -29.40 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Frequente)]

| N° | X | A _{fi} | A _{fs} | Mp | Mn | M | w | W _{lim} | S _m | ε _{sm} |
|----|------|-----------------|-----------------|--------|---------|---------|------|------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0.25 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -352.35 | 0.14 | 0.15 | 109.25 | 0.073 |
| 2 | 0.74 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -260.22 | 0.08 | 0.15 | 109.25 | 0.041 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 114 di 119 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|-------|--------|---------|---------|------|------|--------|-------|
| 3 | 1.24 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -185.14 | 0.03 | 0.15 | 109.25 | 0.015 |
| 4 | 1.73 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -126.14 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 2.32 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -75.19 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 6 | 2.81 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -48.13 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 7 | 3.31 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -34.01 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |
| 8 | 3.80 | 19.01 | 42.47 | 147.08 | -161.42 | -29.40 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.000 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 115 di 119 |

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

| X [m] | M _{min} [kNm] | M _{max} [kNm] | V _{min} [kN] | V _{max} [kN] | N _{min} [kN] | N _{max} [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.25 | -824.55 | -418.23 | -548.21 | -217.15 | 215.35 | 397.28 |
| 0.69 | -734.47 | -274.86 | -390.45 | -184.72 | 215.35 | 398.21 |
| 1.06 | -670.56 | -189.50 | -250.05 | -144.31 | 215.35 | 399.00 |
| 1.43 | -623.28 | -140.09 | -103.68 | -69.51 | 215.35 | 399.79 |
| 1.81 | -596.55 | -128.09 | -31.92 | 48.30 | 215.35 | 400.58 |
| 2.18 | -593.92 | -154.87 | 38.18 | 205.59 | 215.35 | 401.37 |
| 2.55 | -618.62 | -221.72 | 116.34 | 367.85 | 215.35 | 402.16 |
| 2.99 | -686.03 | -352.35 | 194.34 | 521.27 | 215.35 | 403.09 |

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

| Y [m] | M _{min} [kNm] | M _{max} [kNm] | V _{min} [kN] | V _{max} [kN] | N _{min} [kN] | N _{max} [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.25 | -824.55 | -418.23 | 227.99 | 426.21 | 219.85 | 563.51 |
| 0.74 | -630.13 | -314.97 | 191.17 | 362.73 | 213.77 | 554.54 |
| 1.24 | -466.52 | -229.38 | 156.35 | 301.25 | 208.13 | 546.22 |
| 1.73 | -332.73 | -160.47 | 123.52 | 241.77 | 202.49 | 537.90 |
| 2.31 | -211.21 | -98.92 | 87.15 | 173.75 | 195.79 | 528.01 |
| 2.80 | -140.43 | -63.65 | 59.28 | 119.78 | 190.27 | 519.87 |
| 3.28 | -95.24 | -41.36 | 33.34 | 67.73 | 184.75 | 511.72 |
| 3.80 | -72.70 | -29.40 | 7.30 | 13.60 | 164.30 | 481.20 |

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

| Y [m] | M _{min} [kNm] | M _{max} [kNm] | V _{min} [kN] | V _{max} [kN] | N _{min} [kN] | N _{max} [kN] |
|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.25 | -686.03 | -352.35 | -374.16 | -202.72 | 204.92 | 541.11 |
| 0.74 | -514.40 | -260.22 | -312.77 | -167.15 | 199.27 | 532.79 |
| 1.24 | -372.57 | -185.14 | -253.30 | -133.55 | 193.63 | 524.47 |
| 1.73 | -259.58 | -126.14 | -195.76 | -101.92 | 187.99 | 516.15 |
| 2.32 | -160.72 | -75.19 | -129.28 | -66.58 | 181.22 | 506.16 |
| 2.81 | -107.82 | -48.13 | -76.03 | -39.33 | 175.58 | 497.84 |
| 3.31 | -80.69 | -34.01 | -24.74 | -14.06 | 169.94 | 489.52 |
| 3.80 | -72.70 | -29.40 | -13.60 | -7.30 | 164.30 | 481.20 |

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

| X [m] | σ _{tmin} [kPa] | σ _{tmax} [kPa] |
|-------|-------------------------|-------------------------|
| 0.25 | 65 | 367 |
| 0.69 | 105 | 389 |
| 1.06 | 135 | 406 |
| 1.43 | 163 | 421 |
| 1.81 | 189 | 436 |
| 2.18 | 212 | 450 |
| 2.55 | 233 | 463 |
| 2.99 | 254 | 476 |

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

| X | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|------|-----------------|-----------------|------|
| 0.25 | 53.09 | 19.01 | 1.06 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 116 di 119 |

| | | | |
|------|-------|-------|------|
| 0.69 | 53.09 | 19.01 | 1.09 |
| 1.06 | 53.09 | 19.01 | 1.22 |
| 1.43 | 53.09 | 19.01 | 1.35 |
| 1.81 | 53.09 | 19.01 | 1.48 |
| 2.18 | 53.09 | 19.01 | 1.48 |
| 2.55 | 53.09 | 19.01 | 1.34 |
| 2.99 | 53.09 | 19.01 | 1.15 |

| X | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | A _{sw} |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.25 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.69 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.06 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.43 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.81 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.18 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.55 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.99 | 346.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

| Y | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|------|-----------------|-----------------|-------|
| 0.25 | 19.01 | 53.09 | 1.03 |
| 0.74 | 19.01 | 53.09 | 1.10 |
| 1.24 | 19.01 | 53.09 | 1.47 |
| 1.73 | 19.01 | 53.09 | 2.04 |
| 2.31 | 19.01 | 53.09 | 3.24 |
| 2.80 | 19.01 | 53.09 | 5.08 |
| 3.28 | 19.01 | 53.09 | 8.42 |
| 3.80 | 19.01 | 53.09 | 13.83 |

| Y | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | A _{sw} |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.25 | 379.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.74 | 377.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.24 | 376.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.73 | 375.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.31 | 374.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.80 | 373.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.28 | 372.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.80 | 368.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

| Y | A _{fi} | A _{fs} | CS |
|------|-----------------|-----------------|-------|
| 0.25 | 19.01 | 42.47 | 1.02 |
| 0.74 | 19.01 | 42.47 | 1.09 |
| 1.24 | 19.01 | 42.47 | 1.50 |
| 1.73 | 19.01 | 42.47 | 2.16 |
| 2.32 | 19.01 | 42.47 | 3.64 |
| 2.81 | 19.01 | 42.47 | 6.08 |
| 3.31 | 19.01 | 42.47 | 10.23 |
| 3.80 | 19.01 | 42.47 | 12.22 |

| Y | V _{Rd} | V _{Rsd} | V _{Rcd} | A _{sw} |
|------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.25 | 354.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.74 | 353.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.24 | 352.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.73 | 350.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2.32 | 349.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 117 di 119 |

| | | | | |
|------|--------|------|------|------|
| 2.81 | 348.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.31 | 347.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3.80 | 346.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

| X | A _{fi} | A _{fs} | σ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.25 | 53.09 | 19.01 | 10447 | 192310 | 109111 |
| 0.69 | 53.09 | 19.01 | 7033 | 121196 | 74579 |
| 1.06 | 53.09 | 19.01 | 4995 | 78960 | 53936 |
| 1.43 | 53.09 | 19.01 | 3811 | 54627 | 41914 |
| 1.81 | 53.09 | 19.01 | 3522 | 48746 | 38979 |
| 2.18 | 53.09 | 19.01 | 4165 | 61890 | 45520 |
| 2.55 | 53.09 | 19.01 | 5765 | 94881 | 61739 |
| 2.99 | 53.09 | 19.01 | 8879 | 159612 | 93252 |

| X | τ _c | A _{sw} |
|------|----------------|-----------------|
| 0.25 | -989 | 0.00 |
| 0.69 | -704 | 0.00 |
| 1.06 | -450 | 0.00 |
| 1.43 | -186 | 0.00 |
| 1.81 | 88 | 0.00 |
| 2.18 | 372 | 0.00 |
| 2.55 | 664 | 0.00 |
| 2.99 | 941 | 0.00 |

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

| Y | A _{fi} | A _{fs} | σ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.25 | 19.01 | 53.09 | 10714 | 114358 | 179235 |
| 0.74 | 19.01 | 53.09 | 8205 | 88826 | 128060 |
| 1.24 | 19.01 | 53.09 | 6116 | 67516 | 85870 |
| 1.73 | 19.01 | 53.09 | 4421 | 50138 | 52322 |
| 2.31 | 19.01 | 53.09 | 2889 | 34240 | 23376 |
| 2.80 | 19.01 | 53.09 | 2004 | 24826 | 8360 |
| 3.28 | 19.01 | 53.09 | 1466 | 18877 | 857 |
| 3.80 | 19.01 | 53.09 | 1177 | 15453 | 1523 |

| Y | τ _c | A _{sw} |
|------|----------------|-----------------|
| 0.25 | 617 | 0.00 |
| 0.74 | 518 | 0.00 |
| 1.24 | 424 | 0.00 |
| 1.73 | 335 | 0.00 |
| 2.31 | 236 | 0.00 |
| 2.80 | 161 | 0.00 |
| 3.28 | 90 | 0.00 |
| 3.80 | 20 | 0.00 |

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 50.00 cm

RELAZIONE DI CALCOLO RAMPE SCALE

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|------------|------|------------|
| NB1R | 02 | D26 CL | FV0300 002 | A | 118 di 119 |

| Y | A _{fi} | A _{fs} | σ _c | σ _{fi} | σ _{fs} |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0.25 | 19.01 | 42.47 | 9672 | 100542 | 181542 |
| 0.74 | 19.01 | 42.47 | 7266 | 77064 | 125154 |
| 1.24 | 19.01 | 42.47 | 5292 | 57701 | 79607 |
| 1.73 | 19.01 | 42.47 | 3723 | 42158 | 44530 |
| 2.32 | 19.01 | 42.47 | 2346 | 28200 | 16112 |
| 2.81 | 19.01 | 42.47 | 1625 | 20545 | 3744 |
| 3.31 | 19.01 | 42.47 | 1282 | 16696 | 708 |
| 3.80 | 19.01 | 42.47 | 1174 | 15426 | 1630 |

| Y | τ _c | A _{sw} |
|------|----------------|-----------------|
| 0.25 | -550 | 0.00 |
| 0.74 | -454 | 0.00 |
| 1.24 | -363 | 0.00 |
| 1.73 | -277 | 0.00 |
| 2.32 | -181 | 0.00 |
| 2.81 | -107 | 0.00 |
| 3.31 | -39 | 0.00 |
| 3.80 | -20 | 0.00 |

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto Ing. Rinauro, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfilanco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione).

L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione 14.0
Produttore Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.