

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
 PROGETTO DEFINITIVO – VARIANTE ENTI LIGURI
 ADEGUAMENTO NODO DI PONTEDECIMO NV07
 VARIANTE DI TRACCIATO VIA LUNGOTORRENTE VERDE -
 INTERVENTO 20L**

RELAZIONE DI CALCOLO

| | |
|---|-----------------|
| GENERAL CONTRACTOR | ITALFERR S.p.A. |
| Consorzio Cociv Ing. E. Pagani | |

| | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. |
| A 3 0 1 | 0 X | D | C V | C L | N V 0 7 0 0 | 0 0 1 | B |

| Progettazione : | | | | | | | | |
|-----------------|--|---------|------------|------------|------------|-------------------------|------------|---|
| Rev | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Progettista Integratore | Data | IL PROGETTISTA |
| B00 | Revisione a seguito conferenza servizi | SGG | 22/08/2016 | | 22/08/2016 | A.Mancarella | 22/08/2016 | Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R |
| A00 | Prima Emissione | SGG | 11/11/2015 | COCIV | 11/11/2015 | A.Mancarella | 12/11/2015 | |
| | | | | | | | | |

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| n. Elab.: | File: A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 |
|-----------|---------------------------------------|

| | | |
|--|---|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 <table border="1" data-bbox="1332 197 1453 253"> <tr> <td>Foglio 2 di 129</td> </tr> </table> | Foglio 2 di 129 |
| Foglio 2 di 129 | | |

Sommario

| | | |
|-------|---|-----|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 1.1 | Normative di riferimento..... | 4 |
| 1.2 | Caratteristiche dei materiali | 5 |
| 1.2.1 | Calcestruzzo (rif. Punti 4.1 e 11.2.10 NTC)..... | 5 |
| 1.2.2 | Acciaio di armatura (rif. Punti 4.1 e 11.3.2 NTC)..... | 5 |
| 1.2.3 | Acciaio da carpenteria (tubi in acciaio per micropali con $\varnothing_e = 168.3$ mm, sp. 10 mm) S355JR UNI EN 10027..... | 6 |
| 2 | CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO | 7 |
| 3 | CRITERI GENERALI MURI IN C.A..... | 9 |
| 3.1 | <i>IPOTESI DI CALCOLO</i> | 9 |
| 3.2 | <i>ORIGINE CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO</i> | 9 |
| 3.3 | <i>ANALISI DEI CARICHI</i> | 10 |
| 3.3.1 | Azioni permanenti..... | 10 |
| 3.3.2 | Sovraccarichi accidentali | 10 |
| 3.3.3 | Sovrappressioni dovute alla falda | 10 |
| 3.4 | <i>Parametri di valutazione dell'azione sismica</i> | 10 |
| 3.5 | <i>METODO DI CALCOLO E COMBINAZIONI DI CARICO</i> | 11 |
| 4 | VERIFICHE MURI | 12 |
| 4.1 | <i>MURO M01 ($H_{MAX} = 4,66$ m dal piano di fondazione)</i> | 12 |
| 4.3 | <i>MURO M02 ($H_{MAX} = 7,80$ m dal piano di fondazione)</i> | 28 |
| 4.4 | <i>MURO M03 ($H_{MAX} = 4,64$ m dal piano di fondazione)</i> | 44 |
| 4.5 | <i>MURO M04 ($H_{MAX} = 4,16$ m dal piano di fondazione)</i> | 60 |
| 4.6 | <i>MURO M05 ($H_{MAX} = 3,40$ m dal piano di fondazione)</i> | 76 |
| 4.7 | <i>MURO M06 ($H_{MAX} = 6,76$ m dal piano di fondazione)</i> | 101 |
| 5 | VERIFICA CORDOLO IN C.A..... | 127 |

| | |
|---|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 3 di 129 |

1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce alla progettazione definitiva delle opere di sostegno in progetto, nell'ambito degli interventi relativi alla viabilità da realizzare a Pontedecimo, in sponda destra e in sponda sinistra del torrente Verde.

Tali interventi sono inseriti nell'ambito delle attività collaterali previste per la cantierizzazione della tratta Alta Velocità Milano – Genova, III Valico.

In tale contesto si rendono necessarie realizzazioni di opere d'arte quali dei muri di controripa, di contenimento o di sostegno in c.a. con paramento esterno a vista o ricoperto con rivestimento di altezza variabile e cordolo in testa muro a sostegno, dove necessario, della barriera di sicurezza (tipo H4). Per ulteriori caratteristiche, dimensioni e particolari si faccia riferimento agli elaborati grafici.

Nella fattispecie, si hanno le seguenti tipologie di muri:

| Nome | Lunghezza (m) | Fondazione su micropali | H max da piano fondazione (m) | Note | Sponda |
|------|---------------|-------------------------|-------------------------------|--|--------|
| M01 | 43,62 | SI | 4,66 | | DX |
| M02 | 55,63 | SI | 7,80 | A tergo di berlinese "bassa" | DX |
| M03 | 65,36 | SI | 4,64 | Conci 1÷7 a tergo di berlinese "bassa" (v. Sez. Tipologica 03-A) | DX |
| | 42,77 | | | Conci 8÷12 a tergo di berlinese "alta" nel tratto finale (v. Sez. Tipologica 03-B) | |
| M04 | 21,44 | SI | 4,16 | | DX |
| M05 | 16,67 | NO | 3,40 | | SX |
| M06 | 40,30 | NO | 6,76 | Conci 1÷4 a tergo della berlinese di micropali senza tiranti (v. Sez. Tipologica 06-A) | SX |
| | 63,62 | | | Conci 5÷10 a tergo della berlinese di micropali con tiranti (v. Sez. Tipologica 06-B) | |

N.B.: Per berlinese "bassa" si intende il tratto di berlinese in sponda destra avente quota del cordolo nei pressi della quota dello spiccatto della fondazione del muro; per berlinese "alta" si intende il tratto di berlinese in sponda destra avente quota del cordolo nei pressi della quota della testa del muro.

| | |
|---|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 4 di 129 |

1.1 Normative di riferimento

- L. 05.11.1971, n. 1086. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- D.M. del 09.01.1996. Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- D.M. del 16.01.1996. Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- Circolare Ministeriale del 04.07.1996 n. 156AA.GG./STC. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16.01.1996,
- L. 02.02.1974, n. 64. Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche;
- *ORDINANZA P.C.M. 3274 del 20/03/2003 – Primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica come modificata dall'ORDINANZA P.C.M. 3431 del 03/05/2005;*
- D.M. LL. PP. 11.03.1988. Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Decreto 14 Gennaio 2008. Nuove Norme Tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 |
| | Foglio 5 di 129 |

1.2 Caratteristiche dei materiali

1.2.1 Calcestruzzo (rif. Punti 4.1 e 11.2.10 NTC)

Magrone di pulizia e livellamento

| | |
|--|----------------------|
| Classe di resistenza | C12/15 |
| R_{ck} | 15 N/mm ² |
| Classe di consistenza al getto (slump) | S3 |

Muri stradali – fondazioni

| | |
|---|---|
| Classe di Resistenza | C28/35 |
| R_{ck} | 35 N/mm ² |
| Diametro massimo d'aggregato d_g | 25 mm |
| Classe di esposizione ambientale | XC3 |
| Classe di consistenza al getto (slump) | S4 |
| <i>Resistenza di progetto allo SLU</i> | $f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times 35 / 1,5 = 16,5 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Resistenza caratteristica cilindrica</i> | $f_{ck} = 0,83 \times 35 = 29,05 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Modulo elastico medio del calcestruzzo</i> | $E_{cm} = 22 \times [(29.05+8)/10]^{0,3} = 32,6 \text{ kN/mm}^2$ |

Muri stradali – elevazioni

| | |
|---|---|
| Classe di Resistenza | C28/35 |
| R_{ck} | 35 N/mm ² |
| Diametro massimo d'aggregato d_g | 25 mm |
| Classe di esposizione ambientale | XC3 |
| Classe di consistenza al getto (slump) | S4 |
| <i>Resistenza di progetto allo SLU</i> | $f_{cd} = 0,85 \times 0,83 \times 35 / 1,5 = 16,5 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Resistenza caratteristica cilindrica</i> | $f_{ck} = 0,83 \times 35 = 29,05 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>Modulo elastico medio del calcestruzzo</i> | $E_{cm} = 22 \times [(29.05+8)/10]^{0,3} = 32,6 \text{ kN/mm}^2$ |

Si adotta un diagramma tensioni - deformazioni di tipo parabolico – rettangolare tipo (a) fig. 4.1.1 NTC definita dai seguenti parametri:

$$\varepsilon_{c2} = 2,0\text{‰}$$

$$\varepsilon_{cu2} = 3,5\text{‰}$$

1.2.2 Acciaio di armatura (rif. Punti 4.1 e 11.3.2 NTC)

Si adotta un acciaio B450C con le seguenti caratteristiche:

| | |
|--|-------------------------------|
| <i>tensione caratteristica di snervamento</i> | $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ |
| <i>tensione caratteristica di rottura per trazione</i> | $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ |

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 6 di 129 |

allungamento sotto carico massimo

$$A_{gt} = \varepsilon_{uk} = 75 \text{ ‰}$$

allungamento di progetto

$$\varepsilon_{ud} = 0,9 A_{gt} = 0,9 \times 75 = 67,5 \text{ ‰}$$

modulo elastico medio

$$E_{sm} = 200.000 \text{ N/mm}^2$$

1.2.3 Acciaio da carpenteria (tubi in acciaio per micropali con $\varnothing_e = 168.3 \text{ mm}$, sp. 10 mm) S355JR UNI EN 10027

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

modulo di Young

$$\nu = 0.3$$

modulo di Poisson

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

densità

$$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

coefficiente di dilat. termica lineare

$$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$s \leq 40 \text{ mm}$$

tensione caratteristica di rottura

$$f_{tk} = 470 \text{ N/mm}^2$$

$$40 < s \leq 80 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$s \leq 40 \text{ mm}$$

tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$$

$$40 < s \leq 80 \text{ mm}$$

2 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

Nel modello di calcolo si è tenuto conto della seguente stratigrafia, ricavata a partire dalle relazioni geologico – geotecniche (vedi NV07 - IG51-00-E-CV-RG-NV-07-0-0-0-003, IG51-00-E-CV-RB-NV-07-0-0-0-002, IG51-00-E-CV-AZ-NV-07-0-0-0-001):

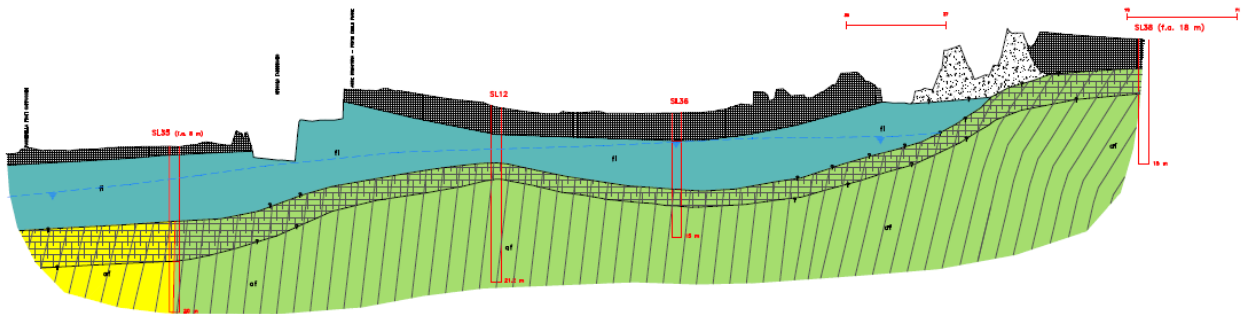


Figura 1 - Stralcio dell'elaborato geologico - geotecnico (profilo)

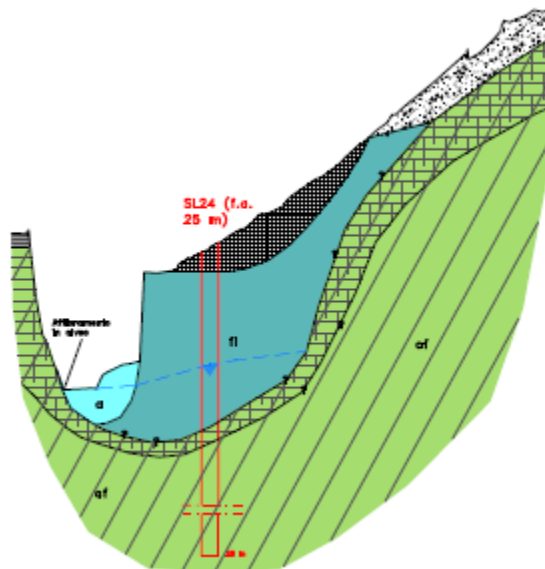


Figura 2 - Stralcio dell'elaborato geologico - geotecnico (sezione)

- Strato 0 = Rilevato (H. variabile in ragione dell'altezza del fusto del muro di sostegno)
 - Peso specifico: $: g_t \text{ secco} = 19 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito: $: \varphi = 32^\circ$
 - Angolo di attrito terreno – muro $: \delta = 19^\circ$
 - Coesione: $: c' = 0 \text{ N/mm}^2$
- Strato 1 = Riporto (H = 1.50 m)
 - Peso specifico: $: g_t \text{ secco} = 20 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito: $: \varphi = 32^\circ$
 - Angolo di attrito terreno – muro $: \delta = 19^\circ$

- Coesione: : $c' = 0 \text{ daN/cm}^2$
- Strato 2 = Depositi Alluvionali (H = 6.50 m)
 - Peso specifico: : $g_t \text{ secco} = 21 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito: : $\varphi = 32^\circ$
 - Angolo di attrito terreno – muro : $\delta = 19^\circ$
 - Coesione: : $c' = 0 \text{ daN/cm}^2$
- Strato 3 = Substrato
 - Peso specifico: : $g_t \text{ secco} = 27 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito: : $\varphi = 24^\circ$
 - Coesione: : $c' = 0,6 \text{ daN/cm}^2$

| | |
|---|---|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 9 di 129 |

3 CRITERI GENERALI MURI IN C.A.

3.1 IPOTESI DI CALCOLO

I muri sono stati verificati mediante l'ausilio del software Is Muri – CDM DOLMEN e Omnia IS.

Le spinte sono calcolate con coefficiente di spinta attiva "ka" (si considera il muro libero di traslare/ruotare al piede). Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELLOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

Per quanto riguarda i muri M04 ed M05, costruiti a tergo delle rispettive berlinesi, è stato considerato un vincolo cedevole elasticamente rappresentativo delle berlinesi stesse, impiegando dunque sempre il coefficiente di spinta attiva "ka".

La capacità portante della fondazione nastriforme, su suolo omogeneo, viene calcolata con la formula di Brinch-Hansen (1970) considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno, utilizzando i coefficienti di capacità portante suggeriti da vari Autori ed i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g). La resistenza a slittamento è valutata considerando l'attrito sviluppato lungo la base della fondazione, e trascurando il contributo del terreno a lato.

Il calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti dell'opera viene svolto con il metodo degli elementi finiti (FEM). Gli elementi schematizzanti il muro hanno peso e caratteristiche meccaniche proprie dei materiali di cui è costituito. Il terreno spingente (a monte) è rappresentato per mezzo di azioni distribuite applicate sugli elementi. Il terreno di fondazione è rappresentato per mezzo di elementi finiti non-lineari (con parzializzazione), con opportuno coefficiente di reazione alla Winkler in compressione.

La verifica delle sezioni in cemento armato viene eseguita a SLU e SLE. La pressoflessione è verificata a SLU con i diagrammi costitutivi parabola-rettangolo (cls) e bilatero (acciaio) [NTC08 4.1.2.1.2]. La resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti è verificata a SLU [NTC08 4.1.2.1.3]. A SLE si verifica lo stato limite di apertura delle fessure [NTC08 4.1.2.2.4], e la tensione massima nei materiali [NTC08 4.1.2.2.5].

3.2 ORIGINE CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE 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 CDM Dolmen 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.

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 |
| | Foglio 10 di 129 |

3.3 ANALISI DEI CARICHI

3.3.1 Azioni permanenti

Peso proprio

Il peso degli elementi strutturali è calcolato in modo automatico dal programma utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni nella struttura, in base ai materiali precedentemente definiti.

$$(Y_{CLS} = 25 \text{ kN/m}^3)$$

Terreno

Il peso e la spinta del terreno vengono calcolati in modo automatico dal programma utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni nella struttura.

Fabbricati

Nelle verifiche dei tratti di muro interessati a monte dalla presenza di fabbricati, si è proceduto ad applicare un carico distribuito, approfondito alla quota delle fondazioni, pari a 40 kN/m^2 . A favore di sicurezza, il franco di terra compreso fra la quota delle fondazioni ed il piano campagna viene comunque tenuto in conto dal programma di calcolo.

3.3.2 Sovraccarichi accidentali

Carico stradale in destra orografica

Il carico stradale considerato è pari a $20,00 \text{ kN/m}^2$.

Carico stradale in sinistra orografica

Il carico stradale in sinistra orografica (presenza occasionale di veicoli dei residenti con impossibilità di accesso ai mezzi pesanti per ragioni geometriche) è stato considerato pari a $5,00 \text{ kN/m}^2$.

Carico dovuto alla folla

La folla considerata è pari a $4,00 \text{ kN/m}^2$.

3.3.3 Sovrappressioni dovute alla falda

Il programma di calcolo procede alla computazione automatica delle sovrappressioni dovute alla presenza della falda.

A favore di sicurezza, la falda è stata posizionata nella posizione più sfavorevole volta per volta [quota massima per le verifiche nei confronti delle azioni da monte e assenza di falda a monte nelle verifiche delle spinte derivanti da valle (alveo fiume)].

3.4 Parametri di valutazione dell'azione sismica

- località = Pontedecimo [44.50000000,8.90000000]
- vita nominale = 50 anni
- classe d'uso = II

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 <div style="text-align: right;">Foglio 11 di 129</div> |

- SLU = SLV
- categoria di sottosuolo = cat sottosuolo C
- categoria topografica = categoria T1
- $a_g = 0,078 g$
- $F_o = 2.506$
- $\beta_m = 0.18$
- $k_h = 0.0214$
- $k_v = 0.0107$

3.5 METODO DI CALCOLO E COMBINAZIONI DI CARICO

In osservanza del D.M. 14 gennaio 2008 il metodo di calcolo impiegato è il *metodo semiprobabilistico agli stati limite*, ed in particolare si impiega l'*Approccio 2*.

Sempre nel rispetto delle Norme Tecniche 2008 le condizioni elementari sono state combinate considerando gli stati limite di esercizio, gli stati limite ultimi e le condizioni sismiche come riassunto nella seguente tabella

| caso | coefficienti per i carichi |
|---|---|
| STR(SLU) descr. = SLU_Str (appr.2) coeff. = 1.3(pp.), 1.3(ter.m.), 1.3(fld.m.)1.3(ter.cs.), 1.3(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [1.35;] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [1.35;] |
| EQU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ (per equilibrio) coeff. = 0.9(pp.), 0.9(ter.m.), 0.9(fld.m.)1.1(ter.cs.), 1.1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [1.35; -] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [1.35; -] |
| STR_SISMA_SU (SLU) descr. = SLU_Str_Sisma_Su (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| GEO_SISMA_SU (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| EQU_SISMA_SU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| STR_SISMA_GIU (SLU) descr. = SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| GEO_SISMA_GIU (SLU_GEO) descr. = SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| EQU_SISMA_GIU (SLU_EQU) descr. = SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio) coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [0.00;0.00] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [0.00;0.00] |
| RARA (Rara) descr. = Combinazione caratteristica (rara) - SLE coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [1.00; -] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [1.00; -] |
| FREQ. (Frequente) descr. = Combinazione frequente - SLE coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [1.00; -] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [1.00; -] |
| Q.PERM. (Quasi_Perm) descr. = Combinazione quasi permanente - SLE coeff. = 1(pp.), 1(ter.m.), 1(fld.m.)1(ter.cs.), 1(fld.cs.) | Car.Nas.(ter) --- 1) carico stradale [1.00; -] Car.Nas.(ter) --- 2) carico folla [1.00; -] |

Casi di Carico

4 VERIFICHE MURI

Di seguito si riportano le verifiche dei muri.

4.1 MURO M01 ($H_{MAX} = 4,66 \text{ m}$ dal piano di fondazione)

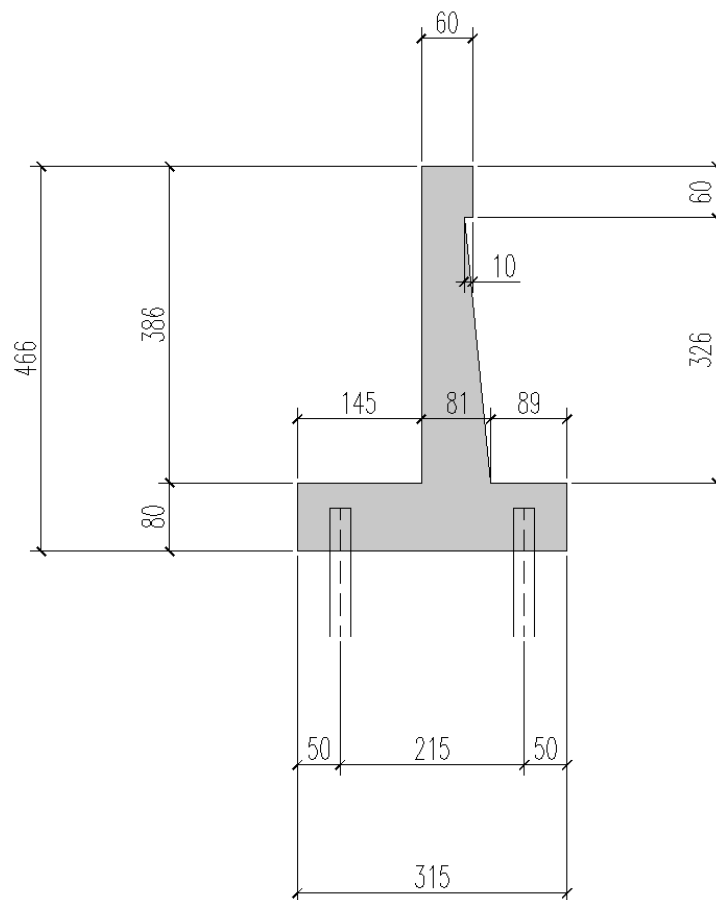


Figura 3 – Carpenteria della Sezione ad altezza maggiore del Muro M01

Il muro in oggetto è provvisto di fondazione su micropali con le seguenti caratteristiche:

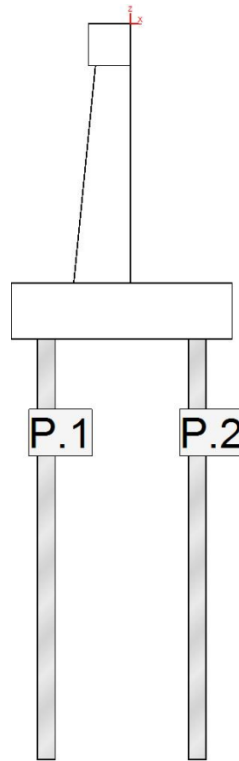


Figura 4 - Individuazione delle file di micropali del Muro M01

Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 50 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 265 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 14 di 129 |

Carichi nastriformi sul profilo del terreno a monte

Carico 1:

- descrizione = CARICO STRADALE
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi (xi;xf) = 0;700 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 20 kN/m²

Verifiche geotecniche

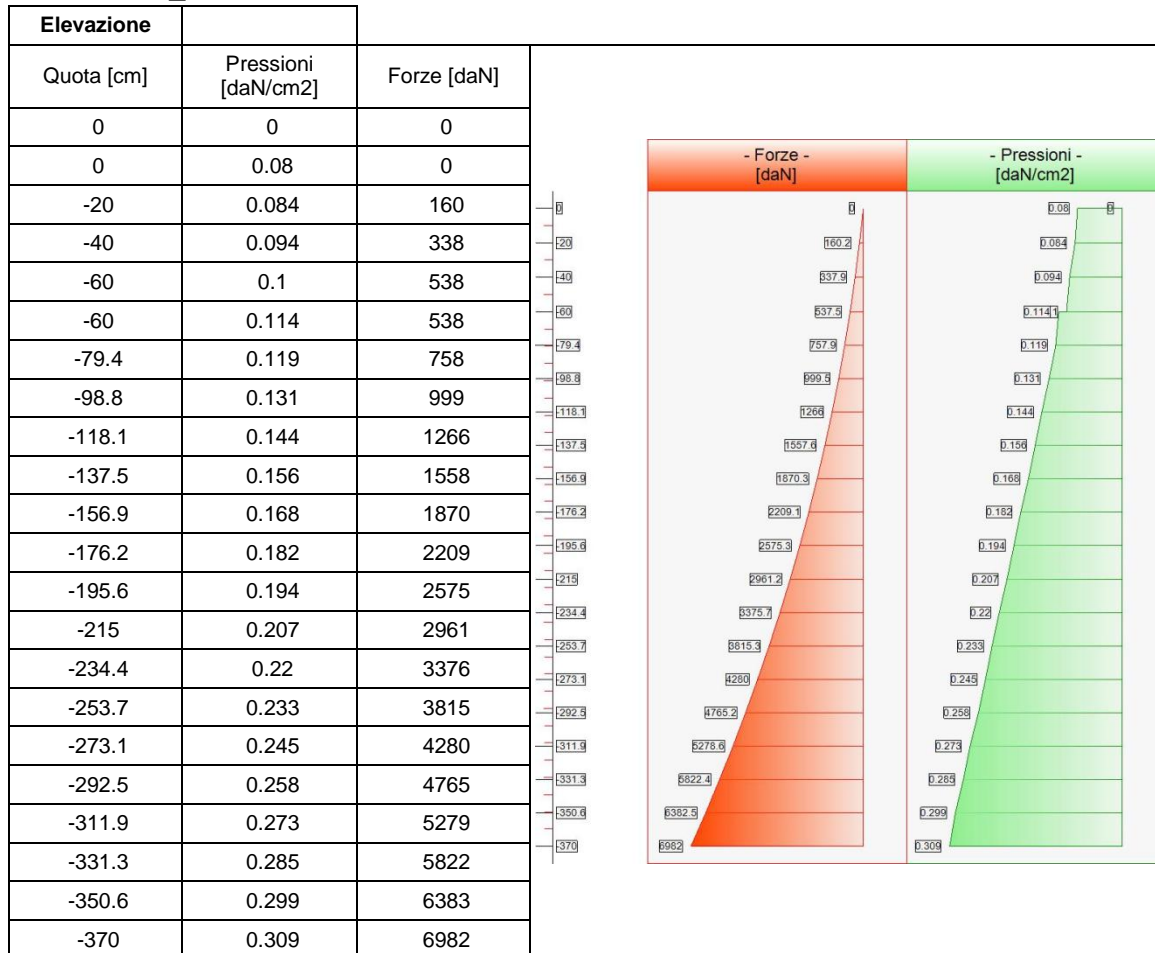
Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

| caso di carico | Palo (n° fila) | N [daN] | Qtc [daN] (compressione) | Fs >1;<1 | Qtt [daN] (trazione) | Fs >1;<1 | T [daN] | Rtr [daN] (trasversale) | Fs >1;<1 |
|-------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------|---------|----------------------------|-------------|
| 1 - STR (SLU) | 1 | -20497.9 | 47499.3 | 2.32 | -30589.5 | - | 5039.8 | 66735.4 | 13.24 |
| 1 - STR (SLU) | 2 | -18509.9 | 47499.3 | 2.57 | -30589.5 | - | 5040 | 66735.4 | 13.24 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 1 | -14040.3 | 47499.3 | 3.38 | -30589.5 | - | 4009.5 | 66735.4 | 16.64 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 2 | -11105.6 | 47499.3 | 4.28 | -30589.5 | - | 4009.8 | 66735.4 | 16.64 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 1 | -15550.6 | 47499.3 | 3.05 | -30589.5 | - | 4295.2 | 66735.4 | 15.54 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 2 | -12535.9 | 47499.3 | 3.79 | -30589.5 | - | 4295.5 | 66735.4 | 15.54 |

Portate dei singoli pali.

Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR_SLU

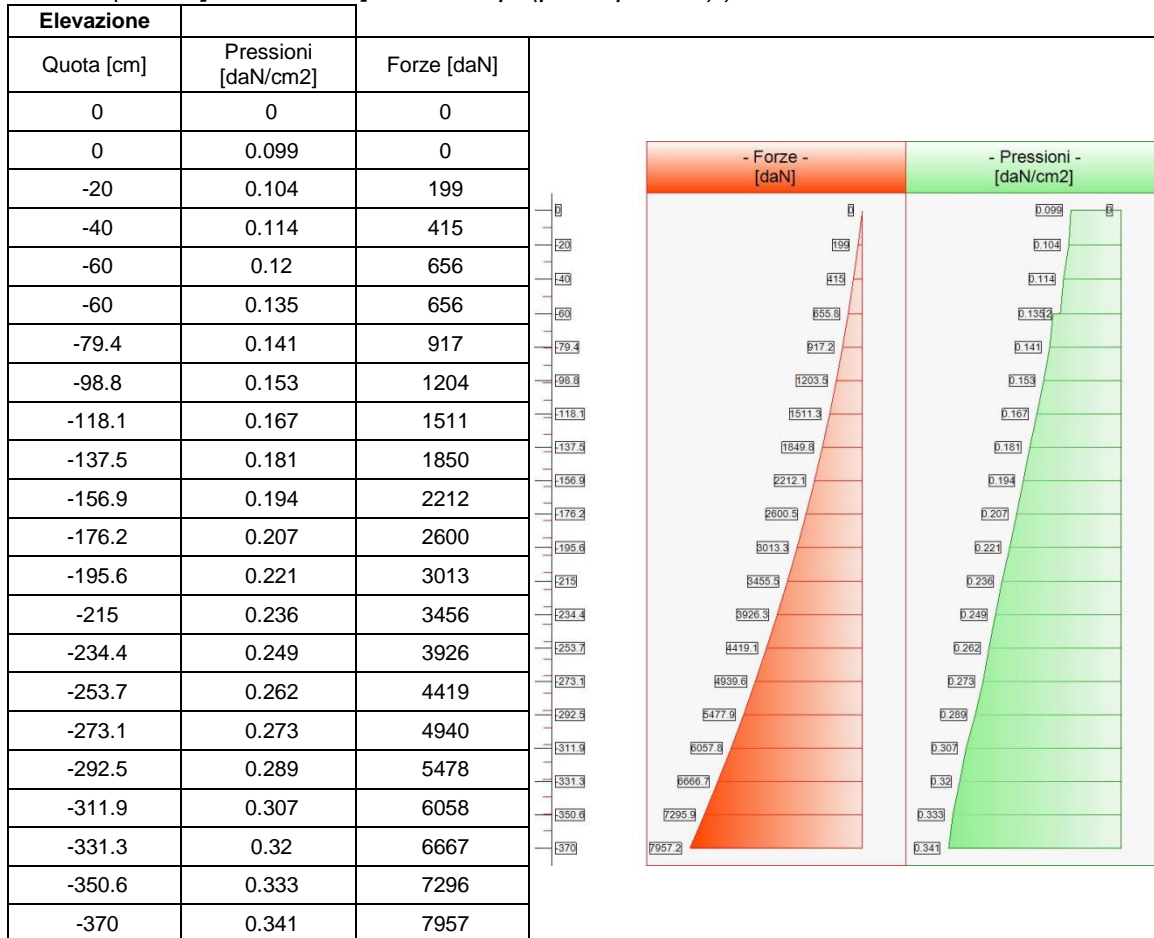


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

Resultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 6982 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2742 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10072 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3955 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

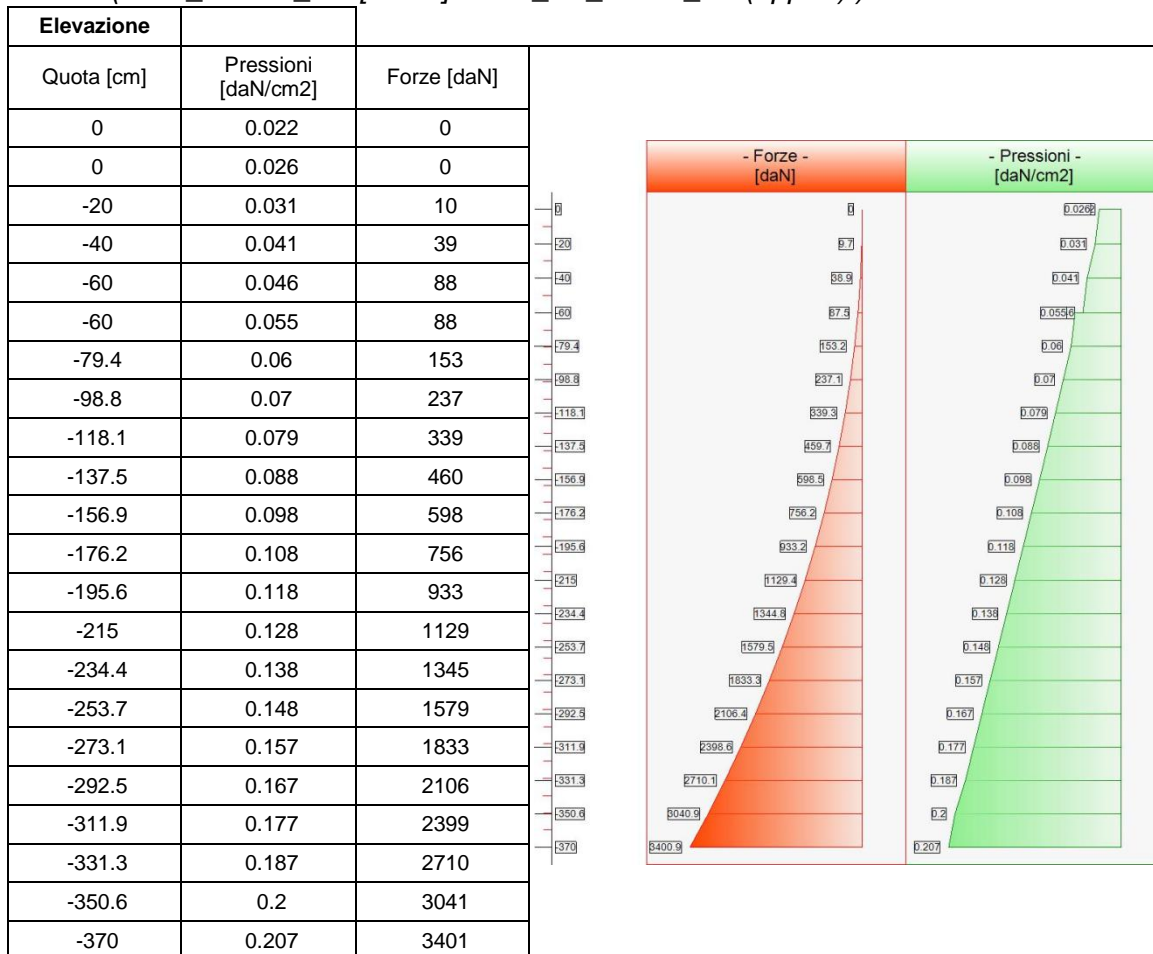


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7957 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2554 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11254 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3612 [daN]

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

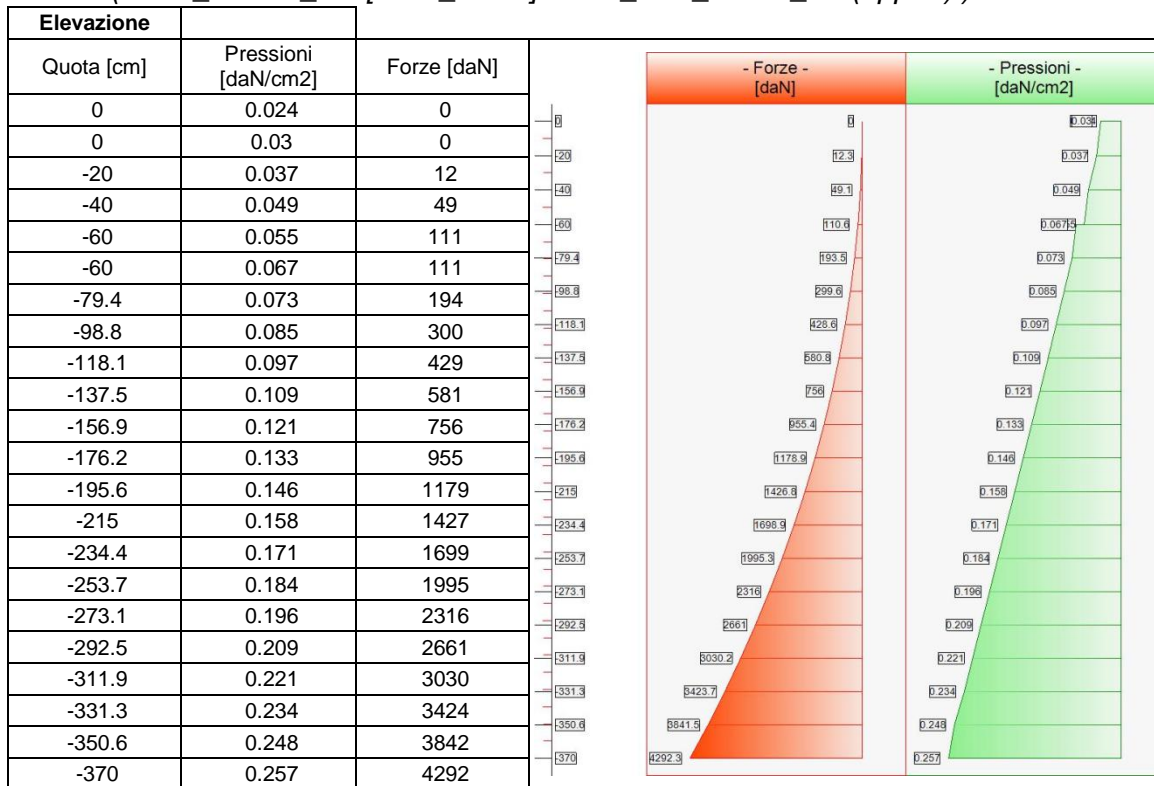


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4197 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1648 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 6553 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2573 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

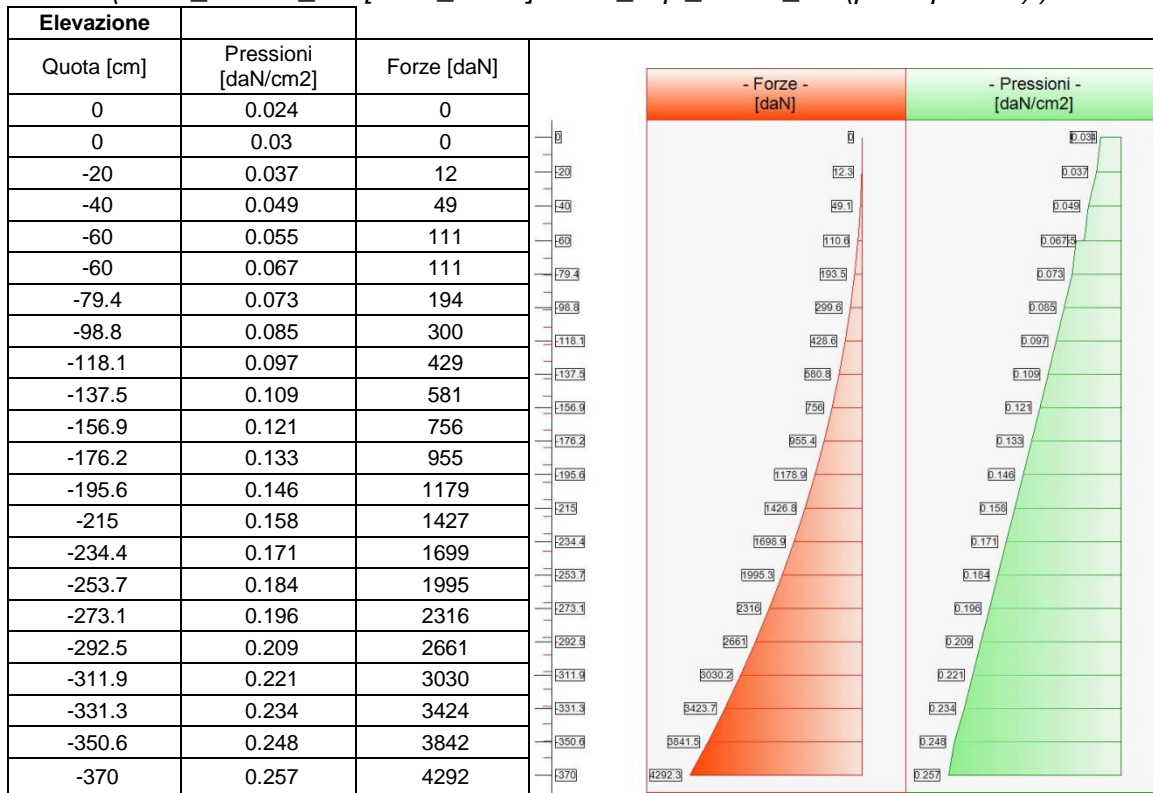


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5191 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1666 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8011 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2571 [daN]

Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

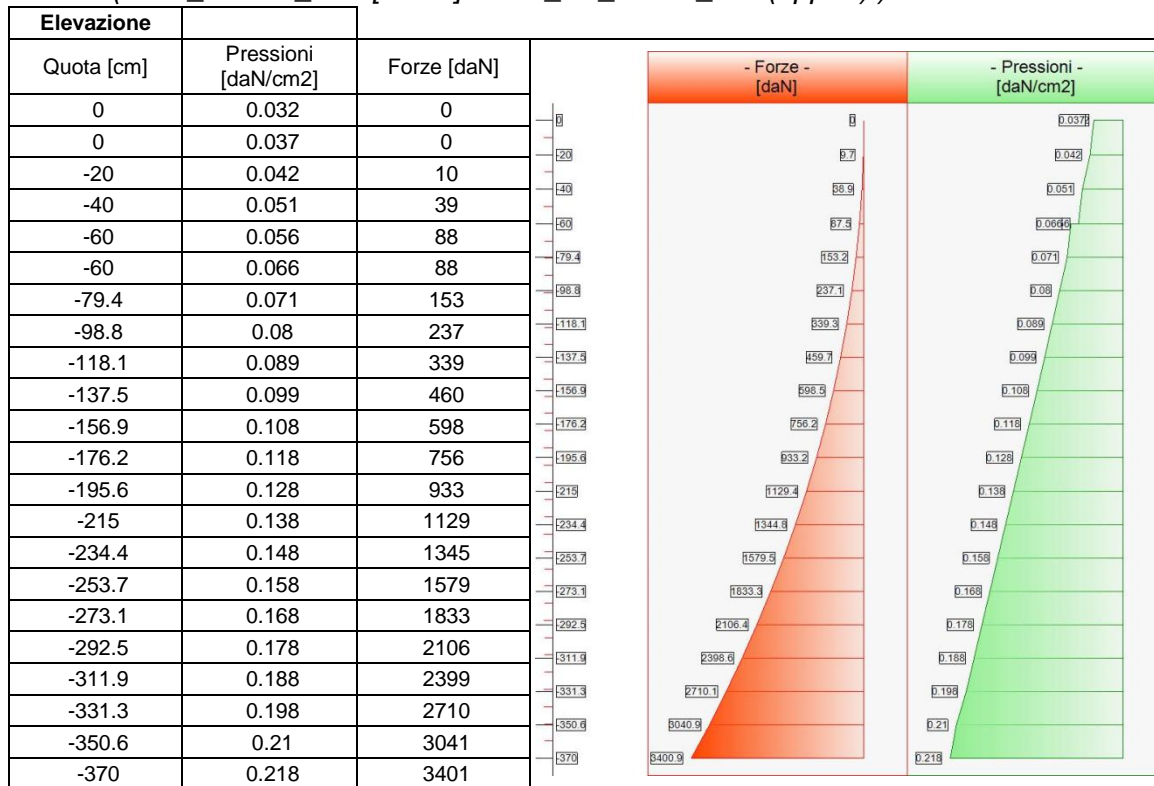


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5191 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1666 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8011 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2571 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

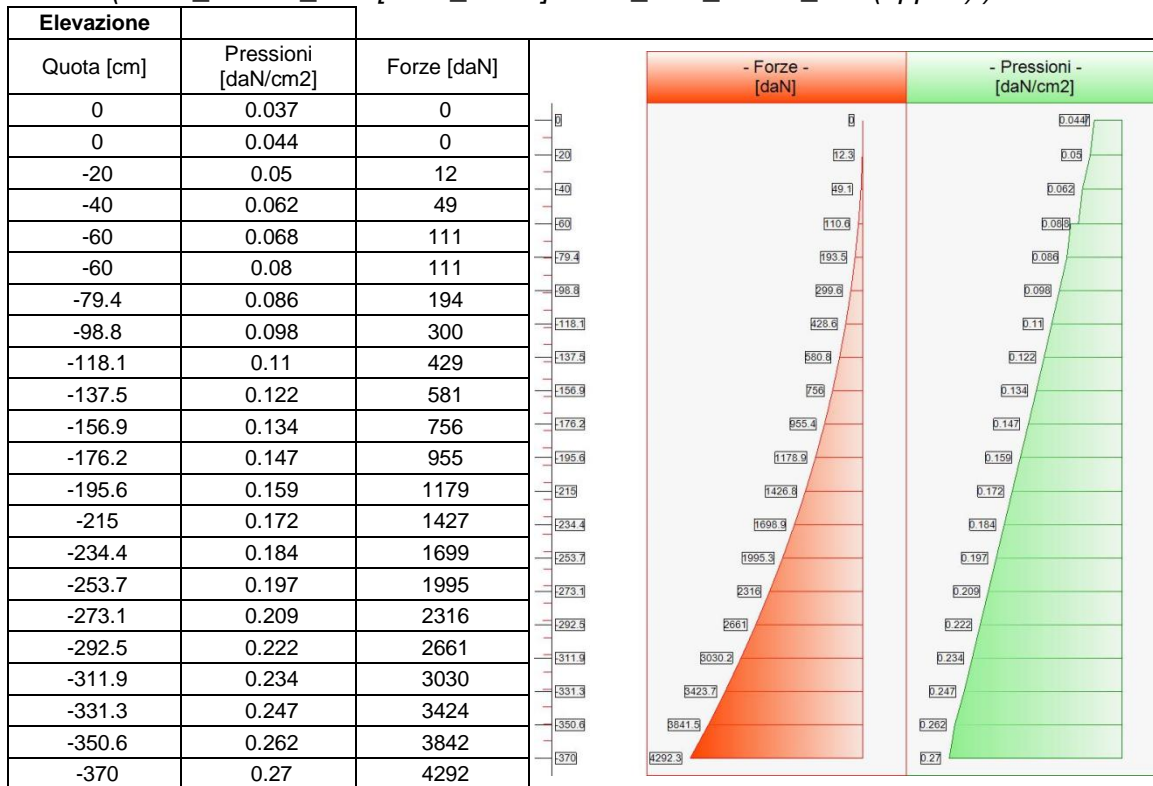


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 4583 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1800 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7124 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2797 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

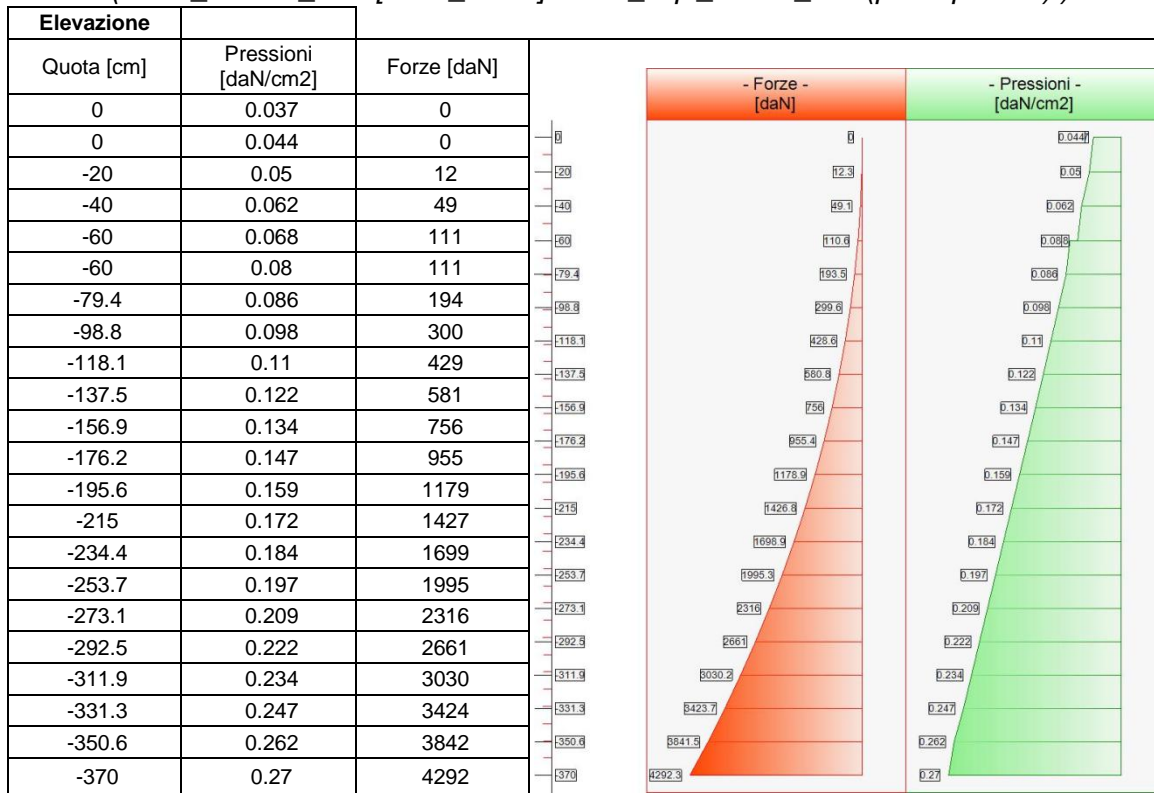


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5679 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1823 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8733 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2803 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

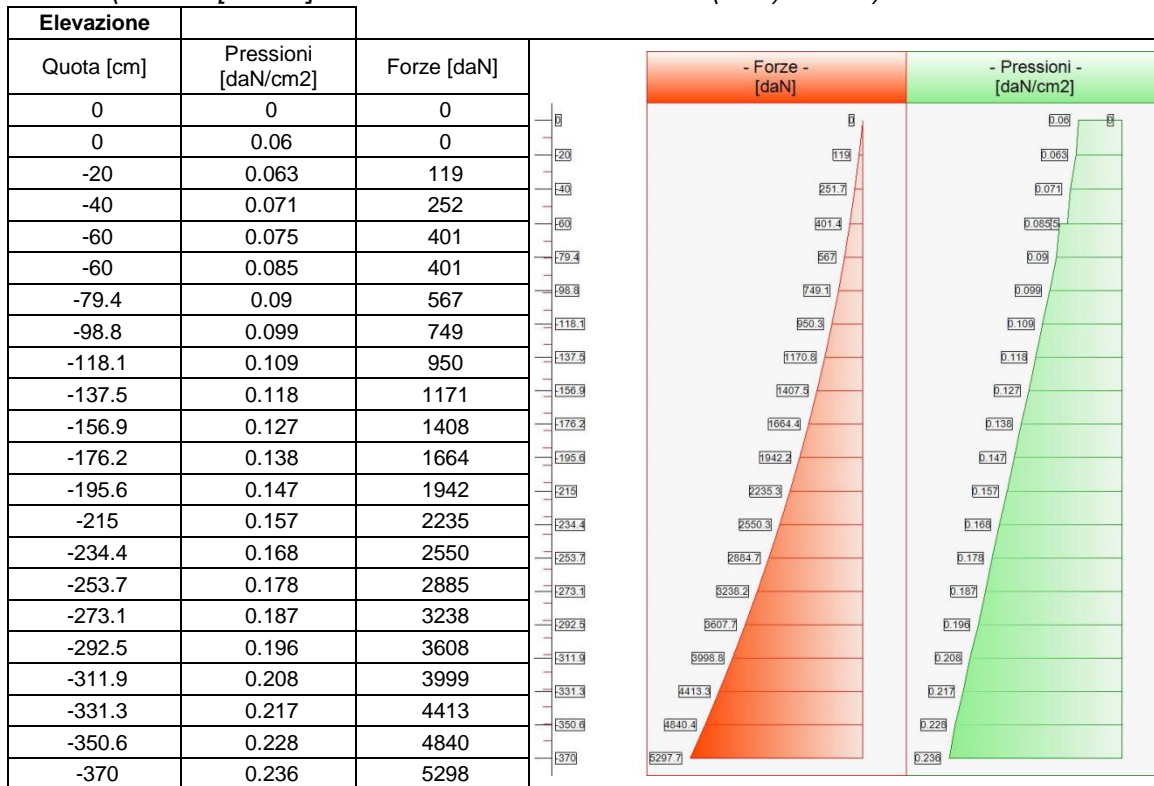


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5679 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1823 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 8733 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2803 [daN]

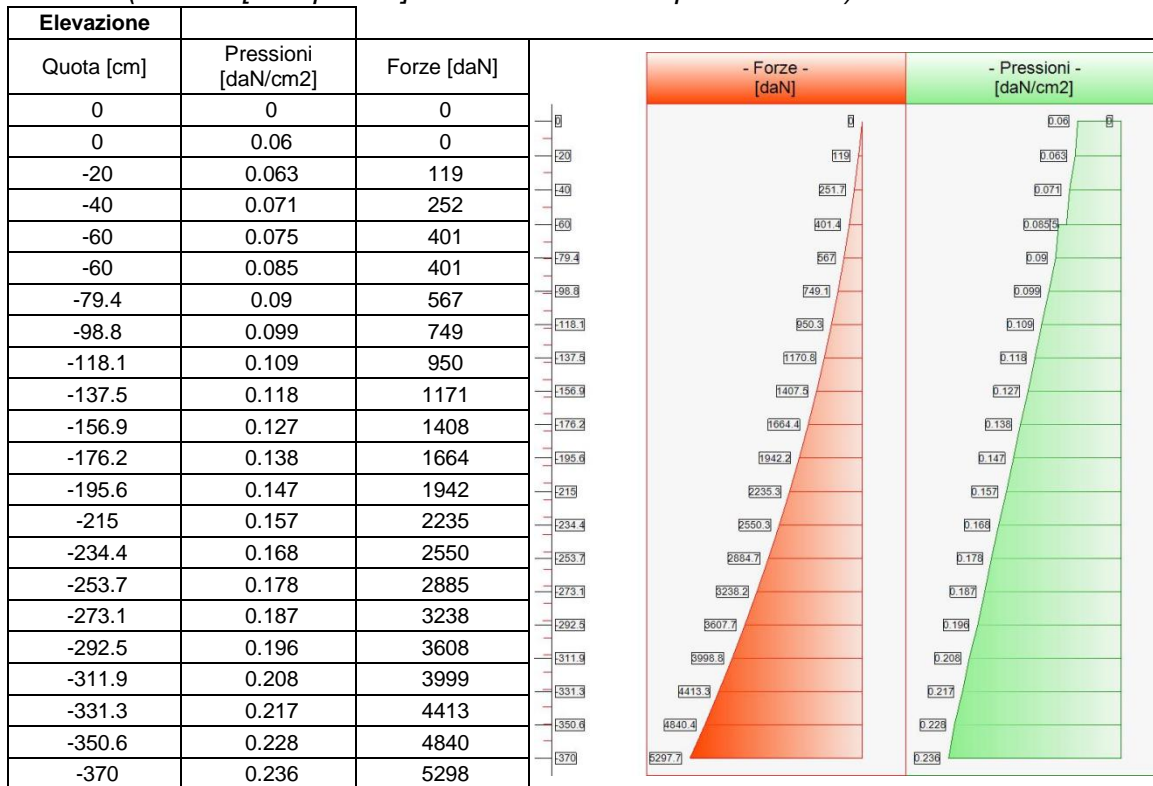
Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5298 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2080 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7658 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3007 [daN]

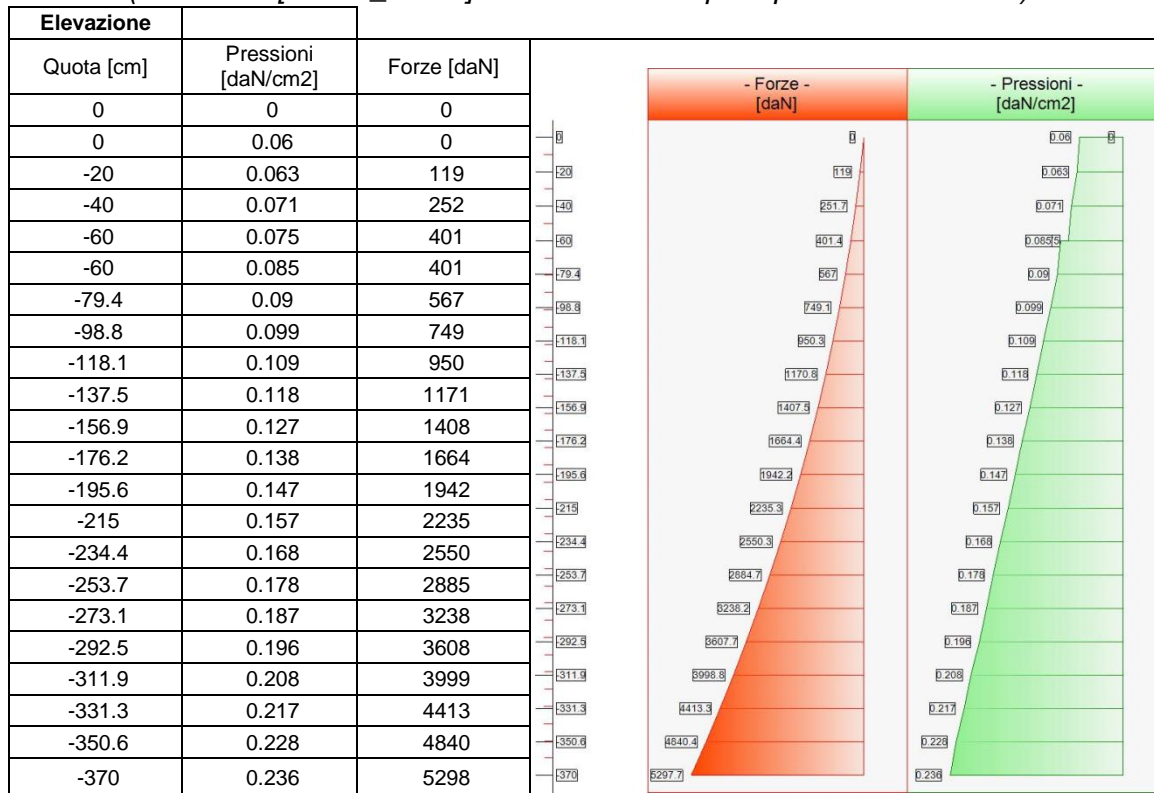
Caso 10 (*FREQ. [Frequente]*) - Combinazione frequente - SLE)

Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (*FREQ. [Frequente]*) - Combinazione frequente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5298 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2080 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7658 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3007 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Resultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 5298 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2080 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 7658 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3007 [daN]

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 26 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano soddisfatte, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | resistenza assiale | resistenza trasversale | FS strutturale Fusto(presso-flessione) | FS strutturale Fusto(taglio) | FS strutturale Fusto(tensione cls) | FS strutturale Fusto(tensione acciaio) | FS strutturale Fusto(apertura fessure) | FS strutturale Fondazione(flessione) | FS strutturale Fondazione(taglio) | FS strutturale Fondazione(tensione cls) | FS strutturale Fondazione(tensione acciaio) |
|----------------------------|--------------------|------------------------|--|------------------------------|------------------------------------|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 - STR(SLU) | 2.32 | 13.24 | 3.92 | 3.82 | --- | --- | --- | 5.14 | 1.44 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 3.38 | 16.64 | 5.65 | 5.43 | --- | --- | --- | 7.43 | 2.12 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 3.05 | 15.54 | 5.17 | 5.03 | --- | --- | --- | 6.72 | 1.91 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | 12.8 | 5.83 | --- | --- | --- | 17.53 | 4.99 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 2.77 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | 9.6 | --- | 2.08 | --- | --- | 13.15 | --- |

Muro Verificato

[Verifiche Superate]

| | | |
|--|---|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | Foglio 27 di 129 |
| 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 | | |

Verifiche strutturali dei micropali

Azioni in testa ai pali

Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 19579 | 5039.8 | -6237.7 |
| 2 | 17591 | 5040 | -7318.3 |

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 13333.4 | 4009.5 | -10331 |
| 2 | 10398.7 | 4009.8 | -10837.4 |

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 14843.7 | 4295.2 | -10515.7 |
| 2 | 11829 | 4295.5 | -11180.7 |

Verifica a Taglio

$$V_{RD} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_M}$$

Dove

$$A_v = \frac{2A}{\pi}$$

Si ottiene:

$$V_{RD} = 61'800 \text{ daN} > T_{max}$$

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a Momento flettente

$$M_{RD} = \left(\frac{f_{yk}}{\gamma_M} - \frac{N_{Ed}}{A} \right) \cdot W_{pl}$$

Si ottiene:

$$M_{RD} = 555'202 \text{ daNcm} > M_{max}$$

| Nd (daN) | gamma m | fyk (Mpa) | D (mm) | t (mm) | A (cm2) | W(cm3) | Av (cm2) | Vrd (daN) | Mrd (daNcm) |
|----------|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|----------|---------------|----------------|
| 19 579 | 1.05 | 355 | 168.3 | 10 | 49.73 | 186 | 31.66 | 61 800 | 555 202 |

La verifica a momento flettente è soddisfatta.

4.3 MURO M02 ($H_{MAX} = 7,80$ m dal piano di fondazione)

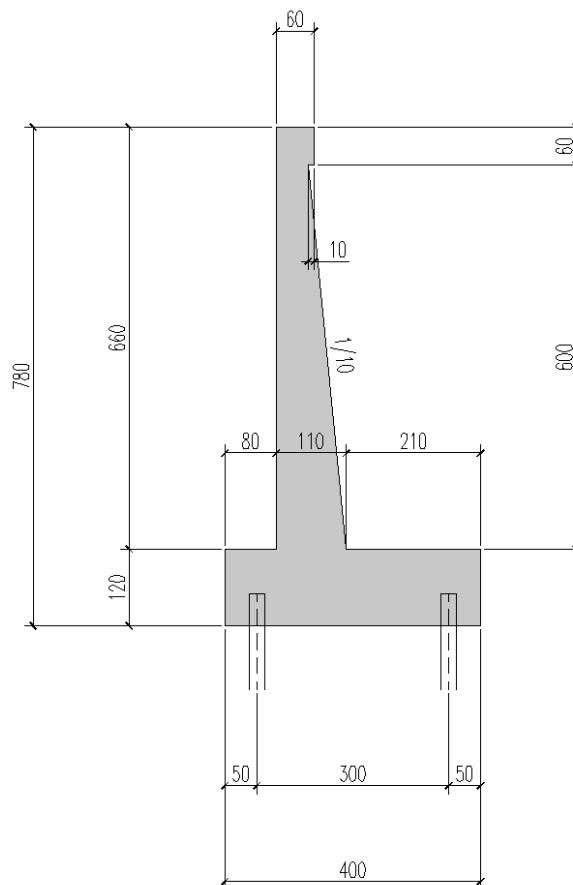


Figura 5 - Carpenteria della Sezione ad altezza maggiore del Muro M02

Il muro in oggetto è provvisto di fondazione su micropali con le seguenti caratteristiche:

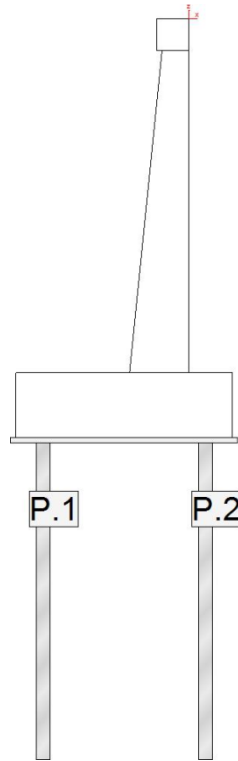


Figura 6 - Individuazione delle file di micropali del Muro M02

Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 50 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 350 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 30 di 129 |

Carichi nastriformi sul profilo del terreno a monte

Carico 1:

- descrizione = CARICO STRADALE
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi (xi;xf) = 0;700 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 20 kN/m²

Verifiche geotecniche

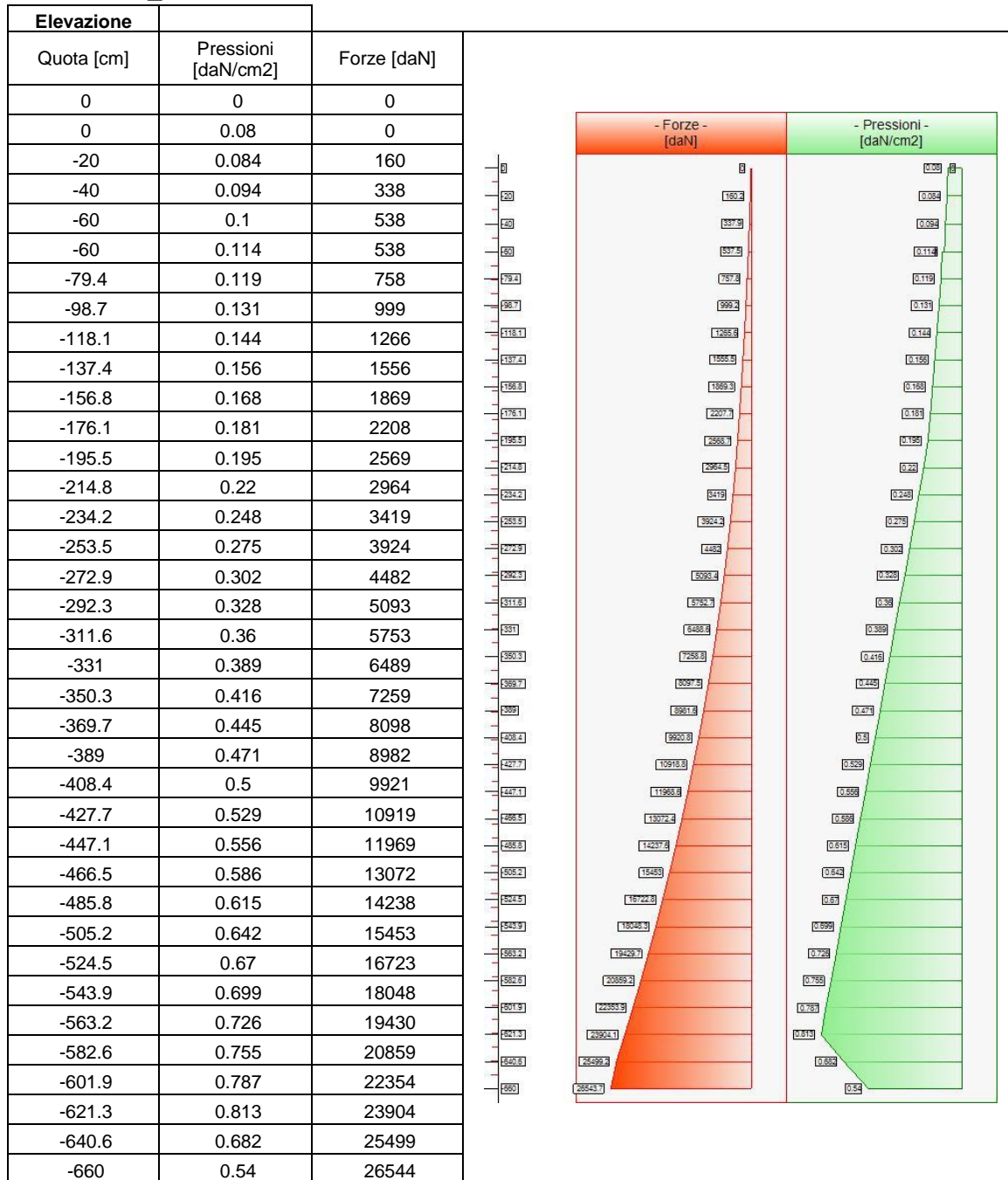
Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

| caso di carico | Palo (n° fila) | N [daN] | Qtc [daN] (compressione) | Fs >1;<1 | Qtt [daN] (trazione) | Fs >1;<1 | T [daN] | Rtr [daN] (trasversale) | Fs >1;<1 |
|-------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------|---------|----------------------------|-------------|
| 1 - STR (SLU) | 1 | -40607.1 | 60683.6 | 1.49 | -39080.2 | - | 19849.6 | 100117.6 | 5.04 |
| 1 - STR (SLU) | 2 | -6727.7 | 60683.6 | 9.02 | -39080.2 | - | 19902.7 | 79627.7 | 4 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 1 | -32665 | 60683.6 | 1.86 | -39080.2 | - | 17014.1 | 100117.6 | 5.88 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 2 | -77.7 | 60683.6 | 100 | -39080.2 | - | 17058.1 | 79627.7 | 4.67 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 1 | -35456.2 | 60683.6 | 1.71 | -39080.2 | - | 17614.6 | 100117.6 | 5.68 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 2 | -1968 | 60683.6 | 30.84 | -39080.2 | - | 17660 | 79627.7 | 4.51 |

Portate dei singoli pali.

Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR_SLU

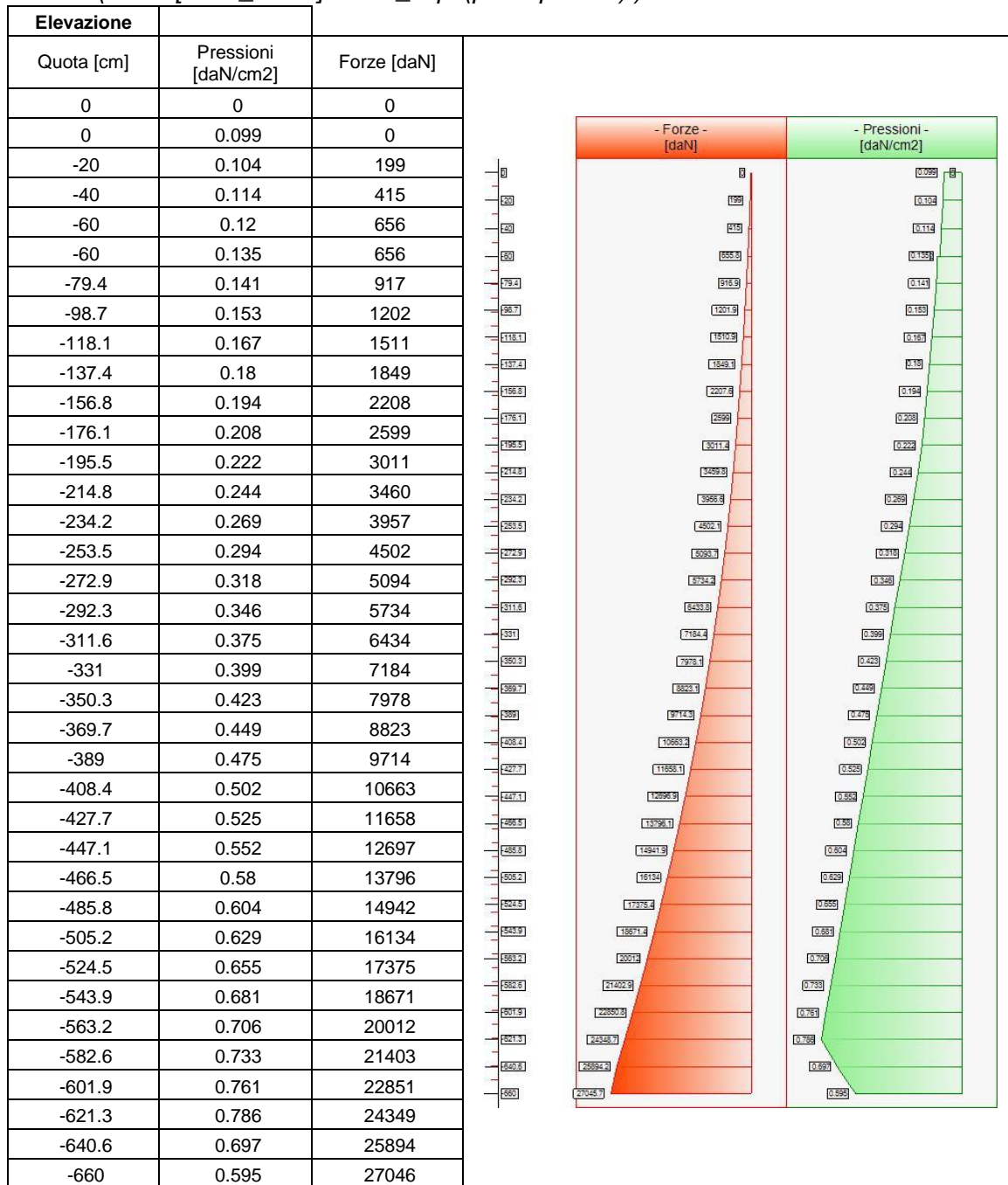


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 26544 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 10398 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 39720 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 14161 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

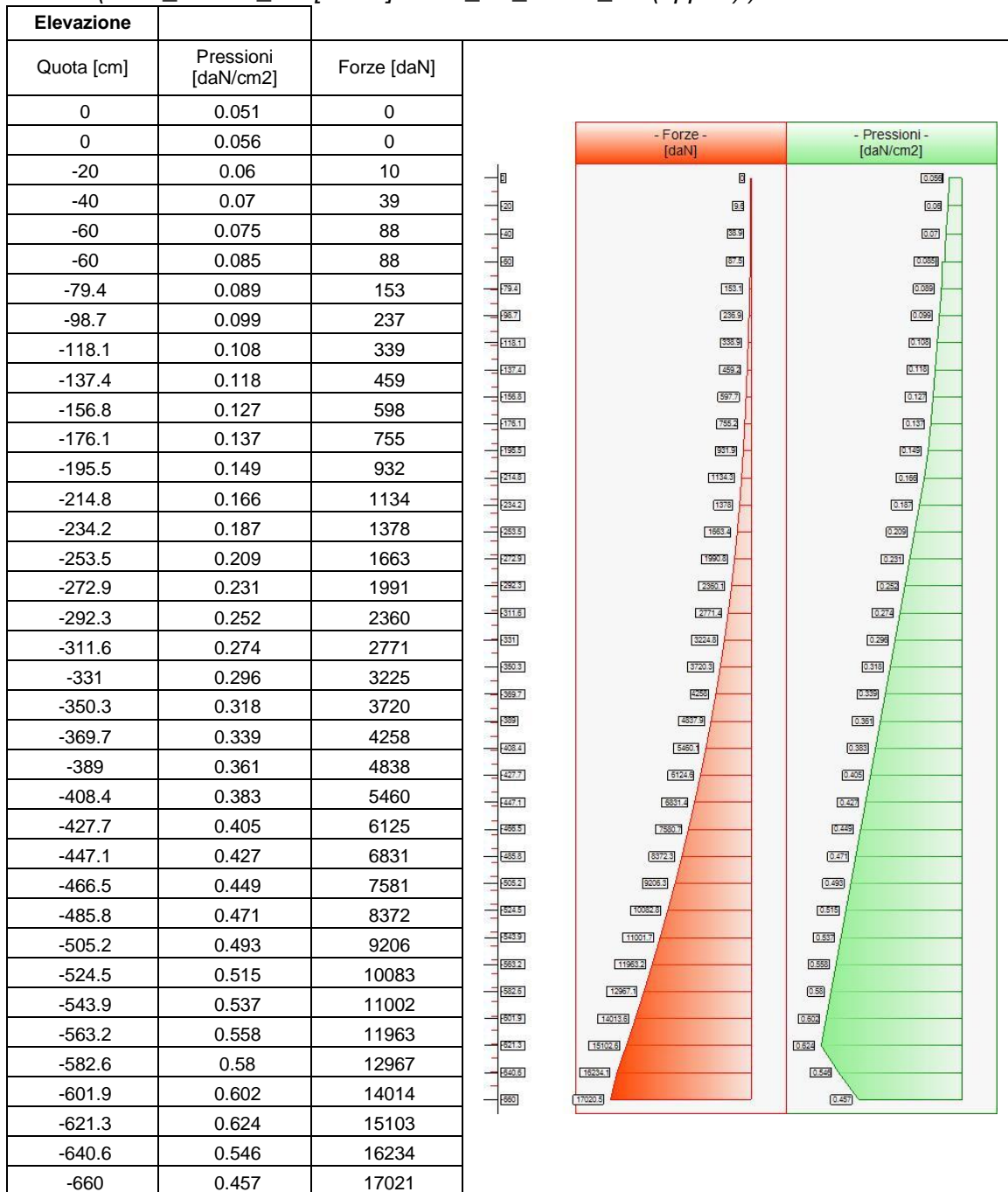


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 27046 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 8646 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 38333 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 11172 [daN]

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

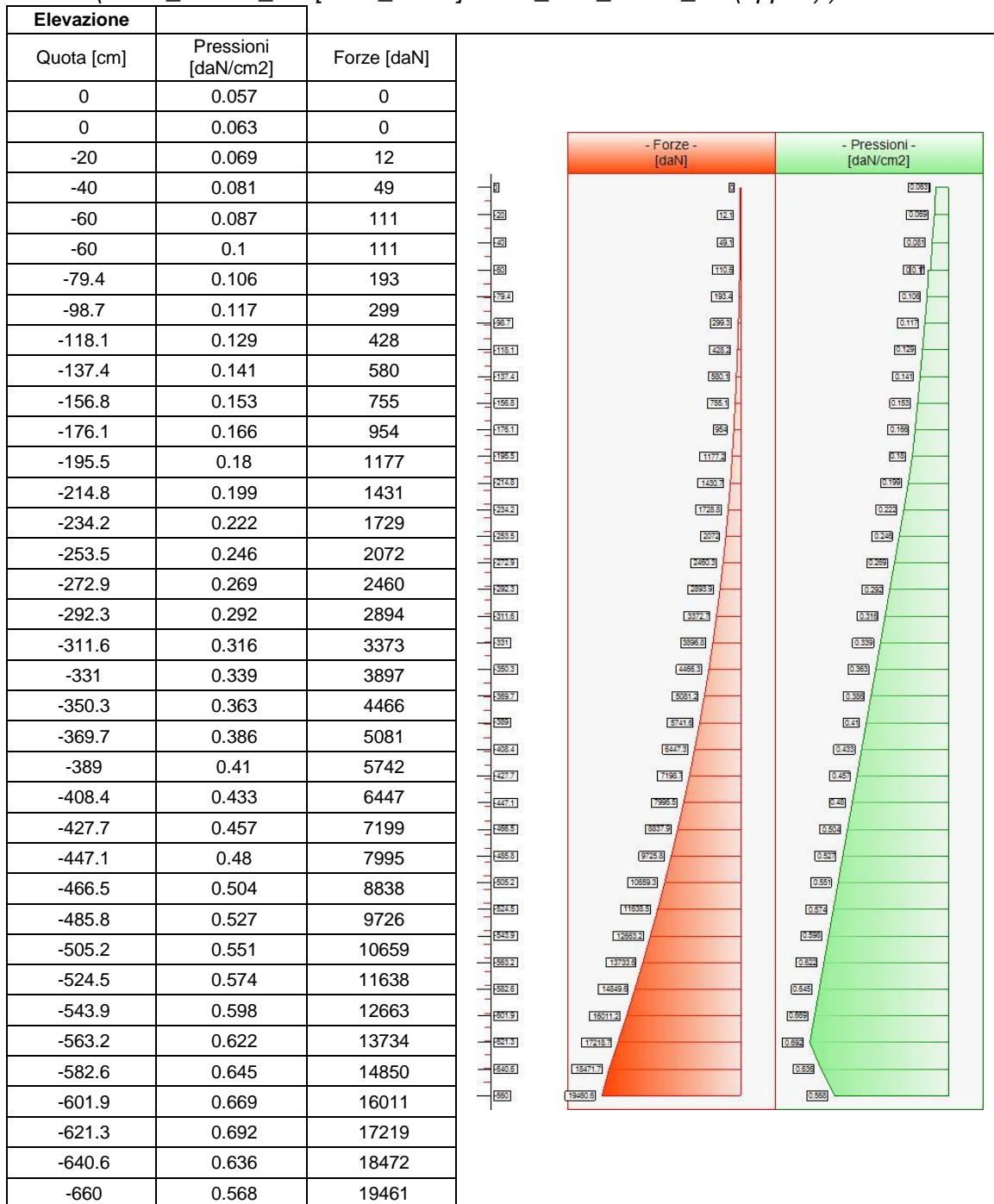


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 20369 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7968 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 31082 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 11015 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

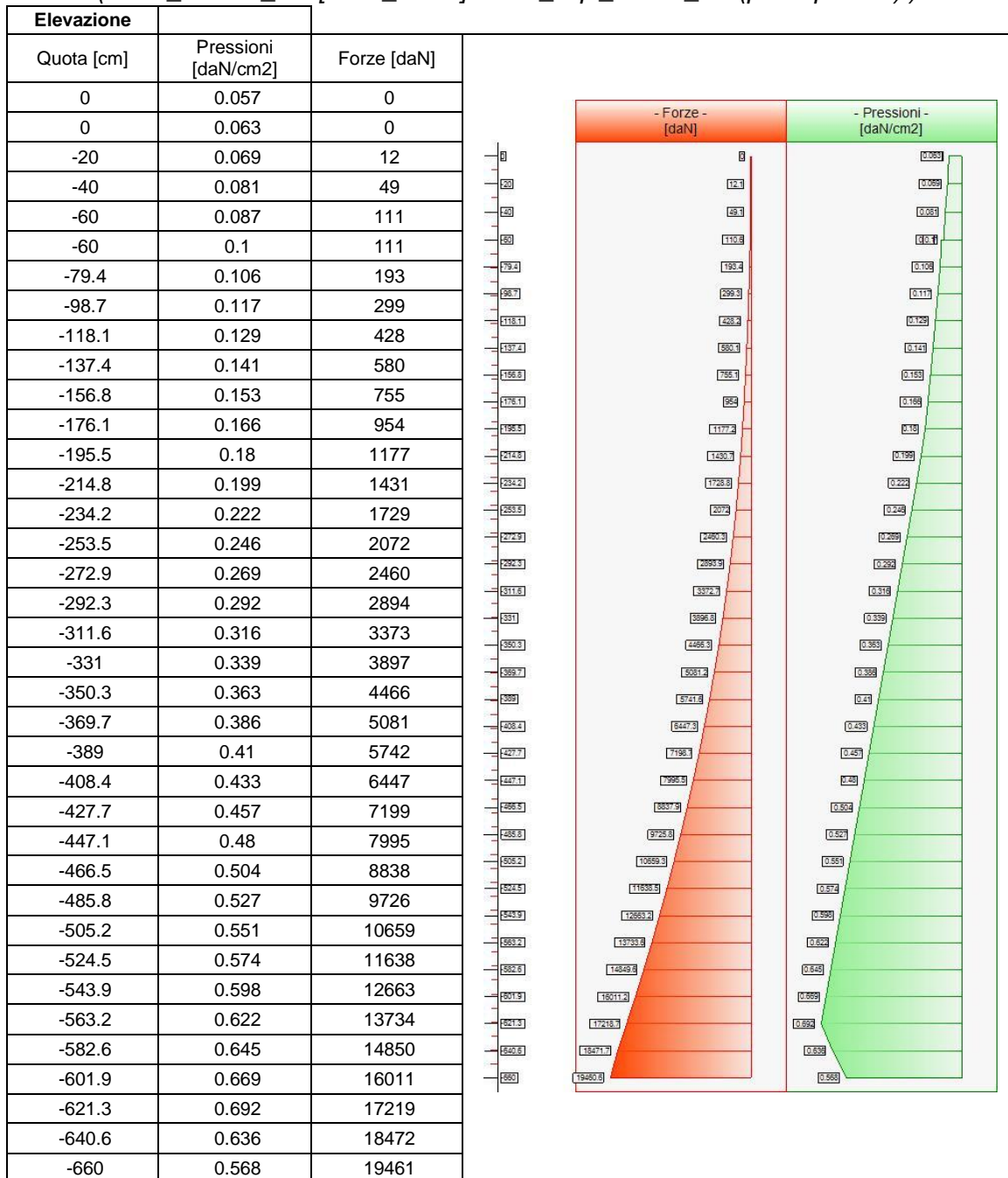


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 23207 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7407 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 33299 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 9635 [daN]

Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

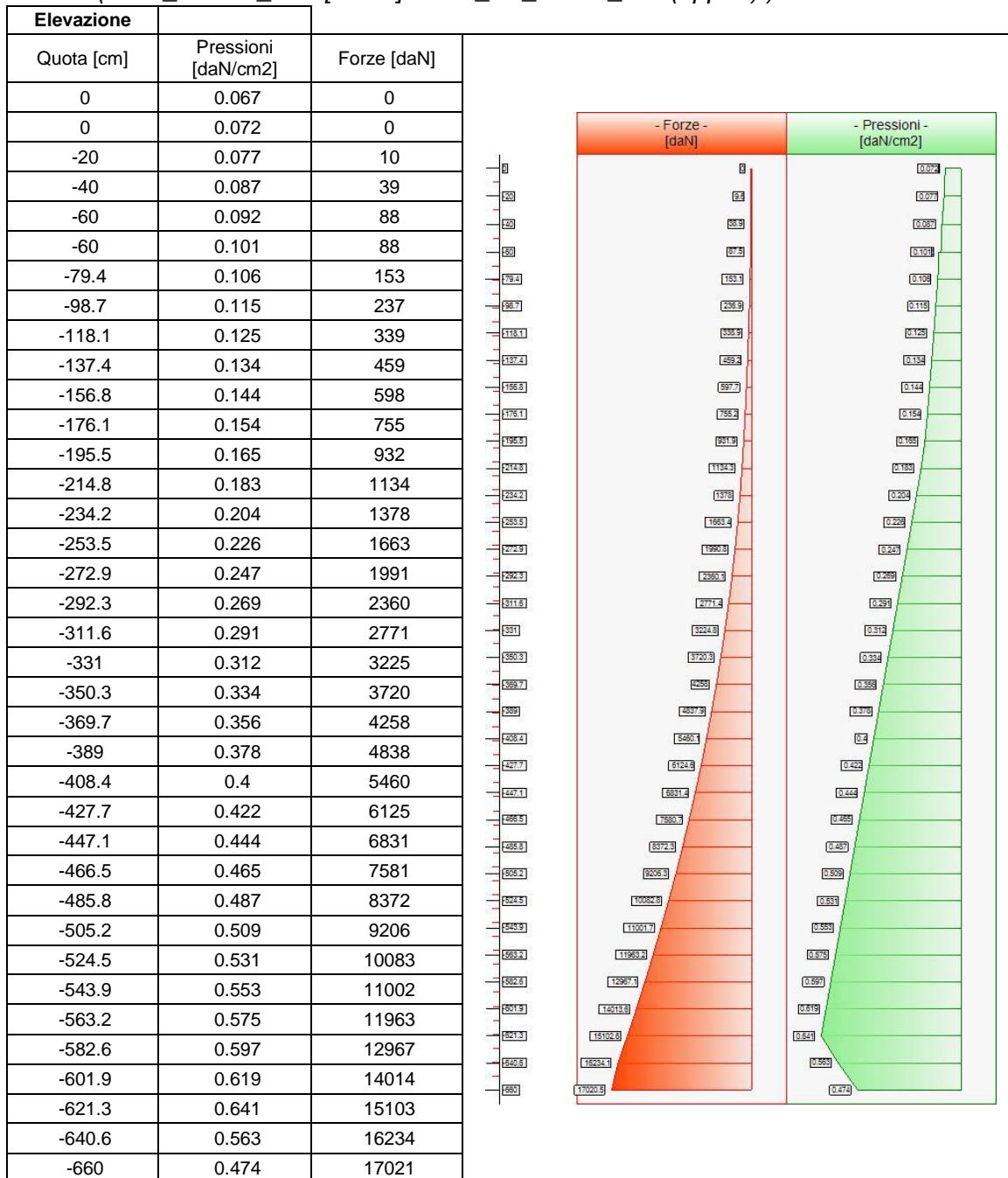


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 23207 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7407 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 33299 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 9635 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

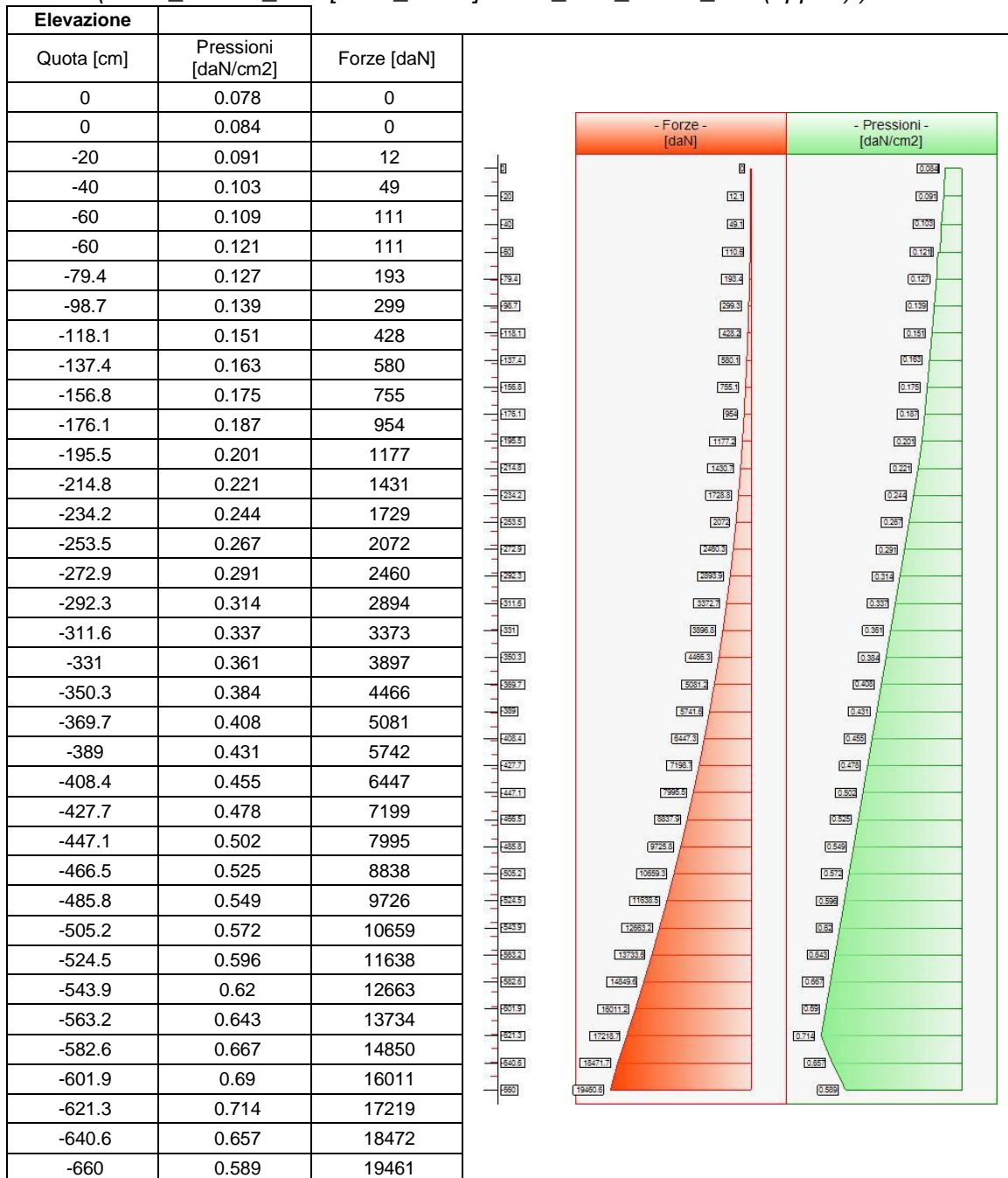


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 21466 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 8397 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 32283 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 11438 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

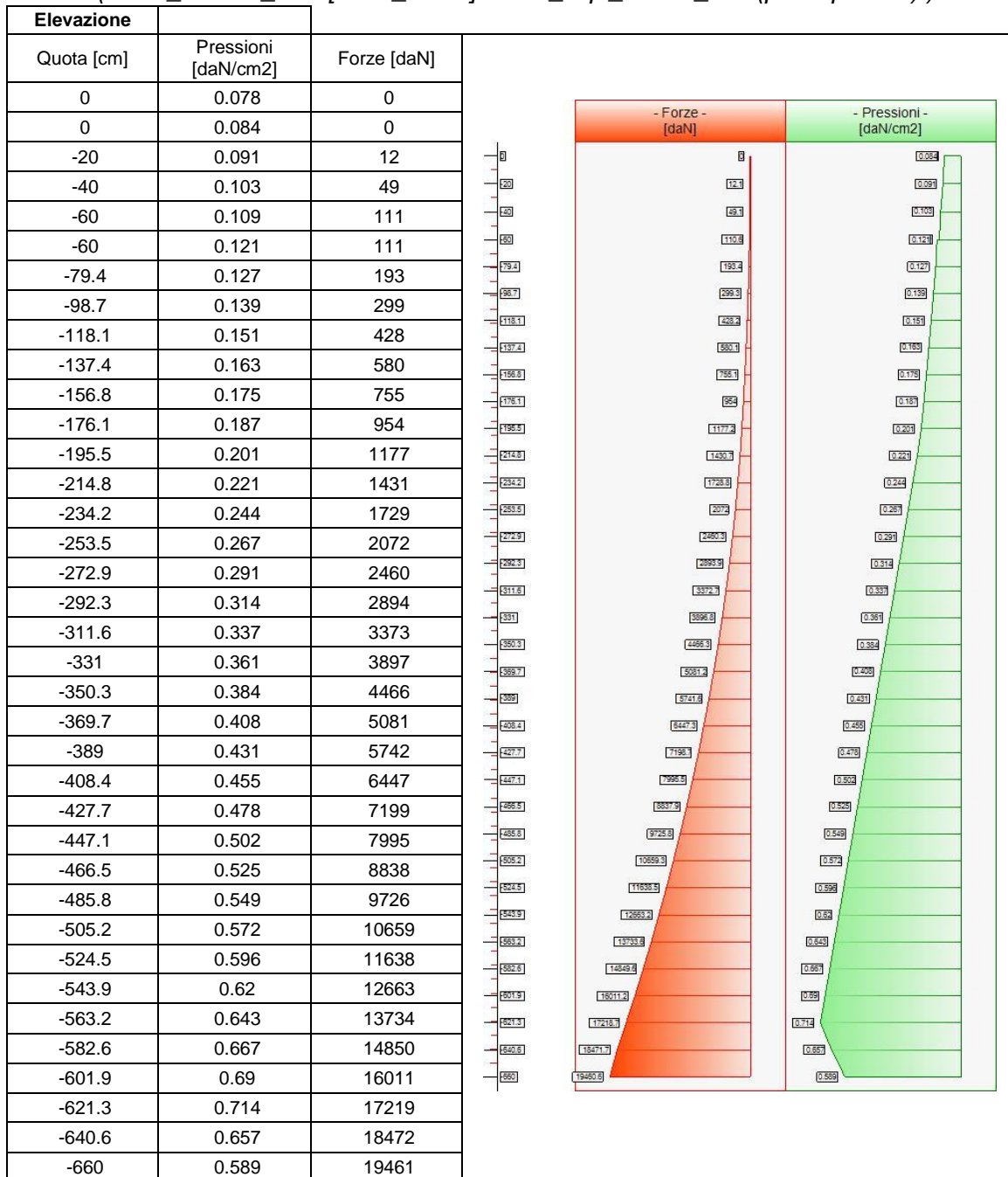


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 24630 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7862 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 34617 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 10009 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

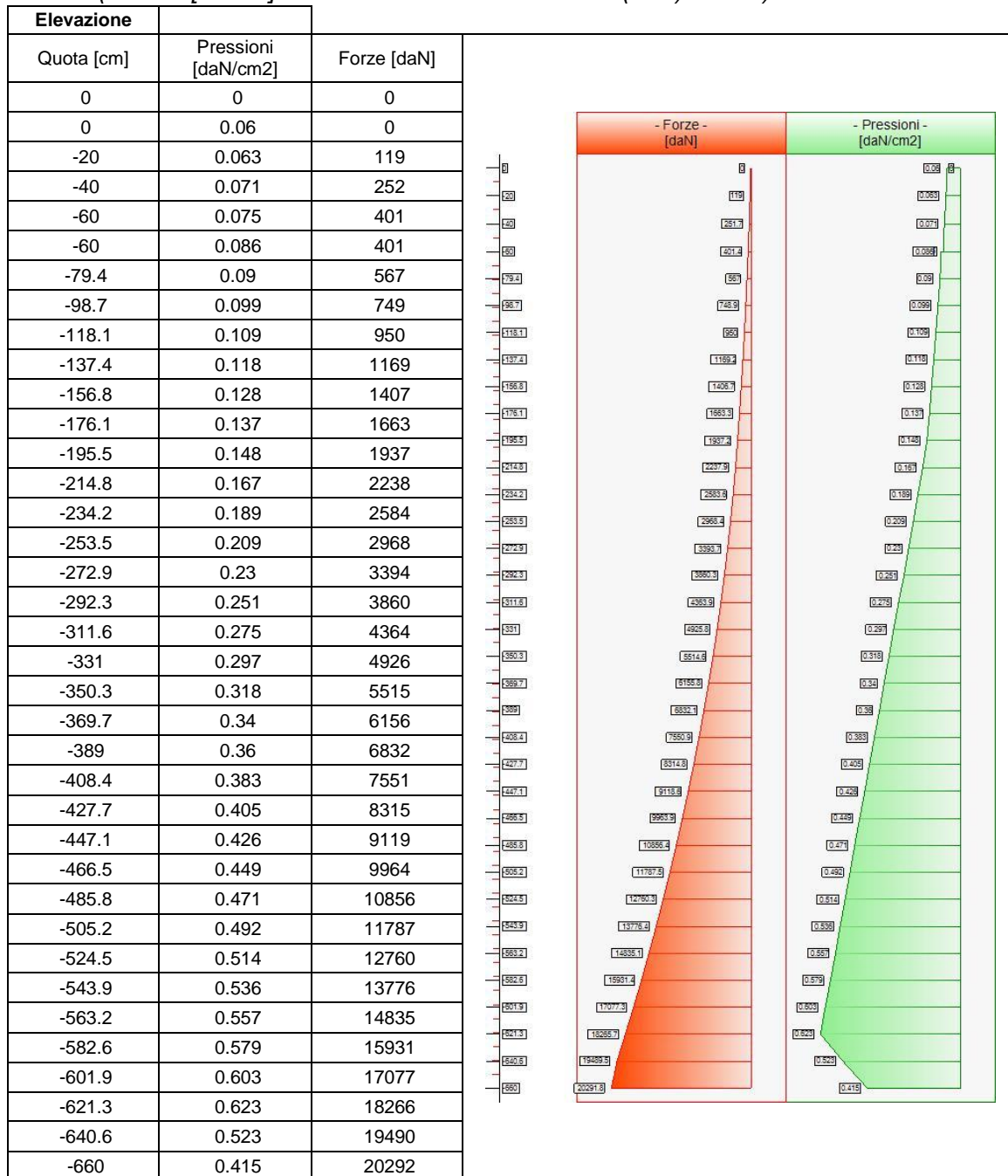


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 24630 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7862 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 34617 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 10009 [daN]

Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

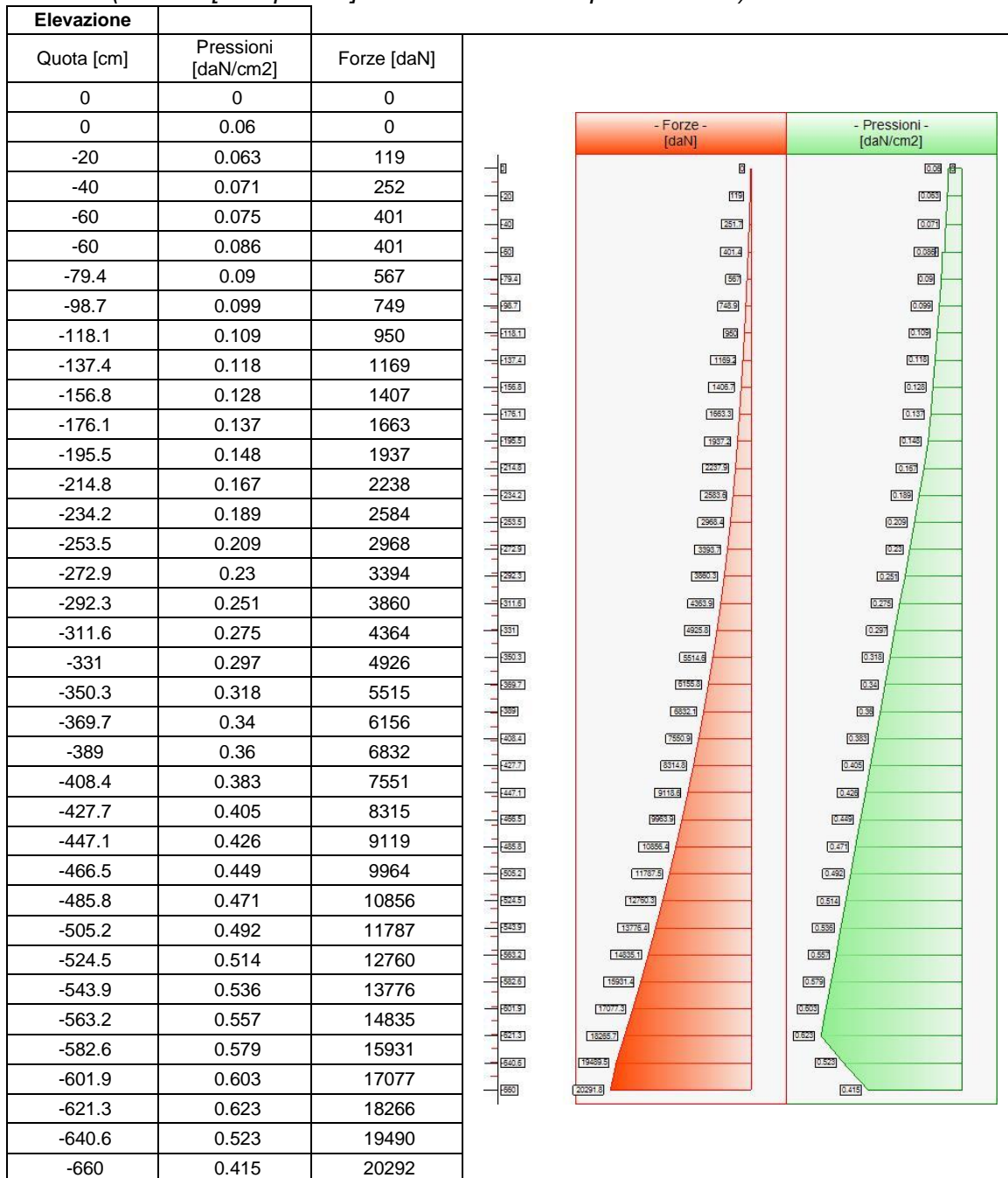


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 20292 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7949 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 30411 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 10839 [daN]

Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)

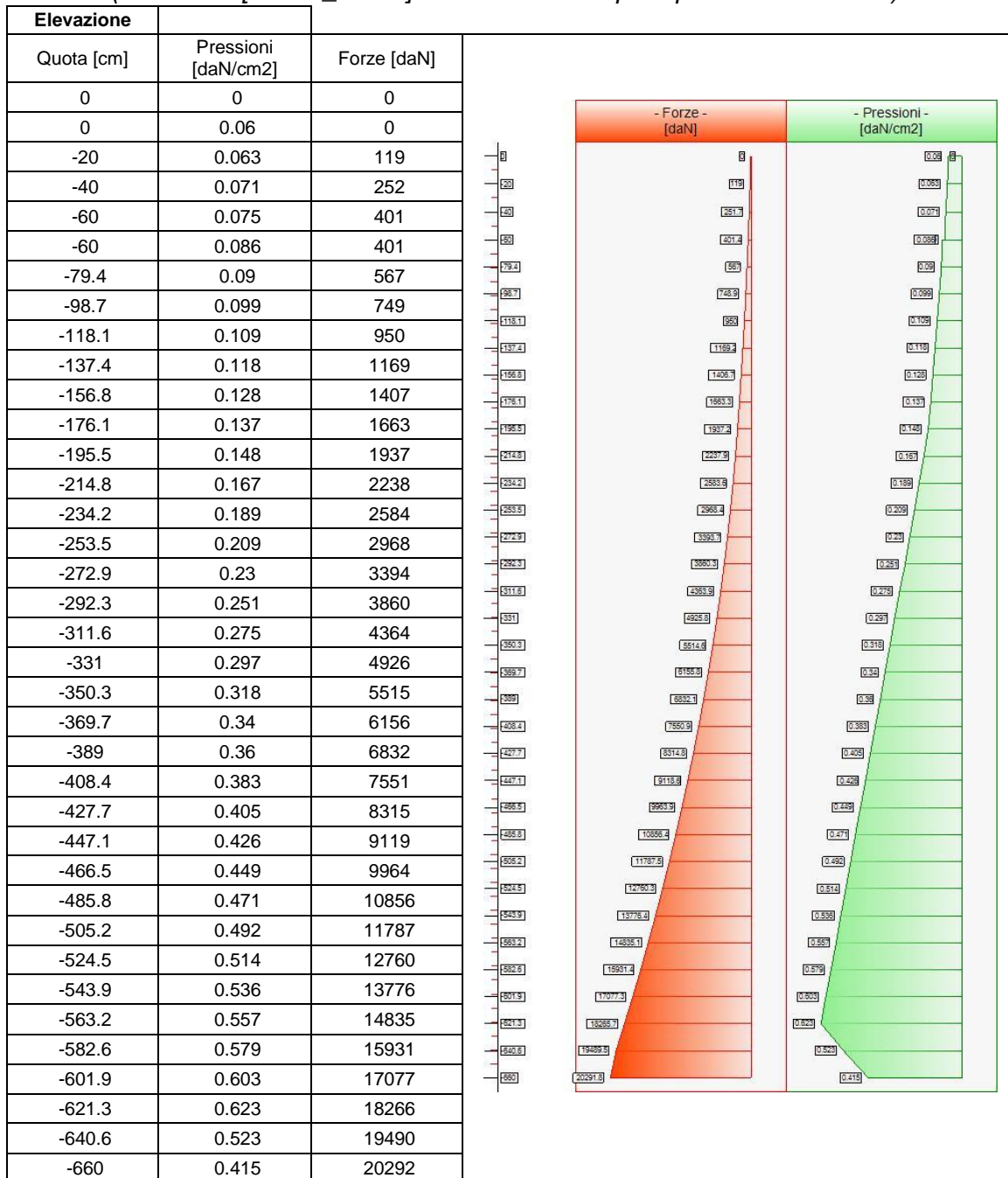


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 20292 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7949 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 30411 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 10839 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 20292 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 7949 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 30411 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 10839 [daN]

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 42 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano verificate, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | resistenza assiale | resistenza trasversale | FS strutturale Fusto(pressio-flessione) | FS strutturale Fusto(taglio) | FS strutturale Fusto(tensione cls) | FS strutturale Fusto(tensione acciaio) | FS strutturale Fusto(apertura fessure) | FS strutturale Fondazione(flessione) | FS strutturale Fondazione(taglio) | FS strutturale Fondazione(tensione cls) | FS strutturale Fondazione(tensione acciaio) |
|----------------------------|--------------------|------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|--|--|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 - STR(SLU) | 1.49 | 4 | 1.99 | 1.28 | --- | --- | --- | 1.49 | 2.38 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 1.86 | 4.67 | 2.3 | 1.55 | --- | --- | --- | 1.79 | 2.94 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 1.71 | 4.51 | 2.16 | 1.48 | --- | --- | --- | 1.67 | 2.71 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | 4.85 | 2.37 | --- | --- | --- | 4.68 | 1.33 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1.53 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | 3.64 | --- | 1.15 | --- | --- | 3.51 | --- |

Muro Verificato

[Verifiche Superate]

| | | |
|--|---|----------------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | Foglio 43 di 129 |
| 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 | | |

Verifiche strutturali dei micropali

Azioni in testa ai pali

Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 39688.2 | 19849.6 | -61223.1 |
| 2 | 5808.8 | 19902.7 | -80399.2 |

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 31958.2 | 17014.1 | -60747 |
| 2 | -629.2 | 17058.1 | -76397 |

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 34749.4 | 17614.6 | -61916.5 |
| 2 | 1261.1 | 17660 | -78785.4 |

Verifica a Taglio

$$V_{RD} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_M}$$

Dove

$$A_v = \frac{2A}{\pi}$$

Si ottiene:

$$V_{RD} = 61'800 \text{ daN} > T_{max}$$

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a Momento flettente

$$M_{RD} = \left(\frac{f_{yk}}{\gamma_M} - \frac{N_{Ed}}{A} \right) \cdot W_{pl}$$

Si ottiene:

$$M_{RD} = 480'050 \text{ daNcm} > M_{max}$$

| Nd (daN) | gamma m | fyk (Mpa) | D (mm) | t (mm) | A (cm2) | W(cm3) | Av (cm2) | Vrd (daN) | Mrd (daNcm) |
|----------|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|----------|---------------|----------------|
| 39 688 | 1.05 | 355 | 168.3 | 10 | 49.73 | 186 | 31.66 | 61 800 | 480 050 |

La verifica a momento flettente è soddisfatta.

4.4 MURO M03 ($H_{MAX} = 4,64$ m dal piano di fondazione)

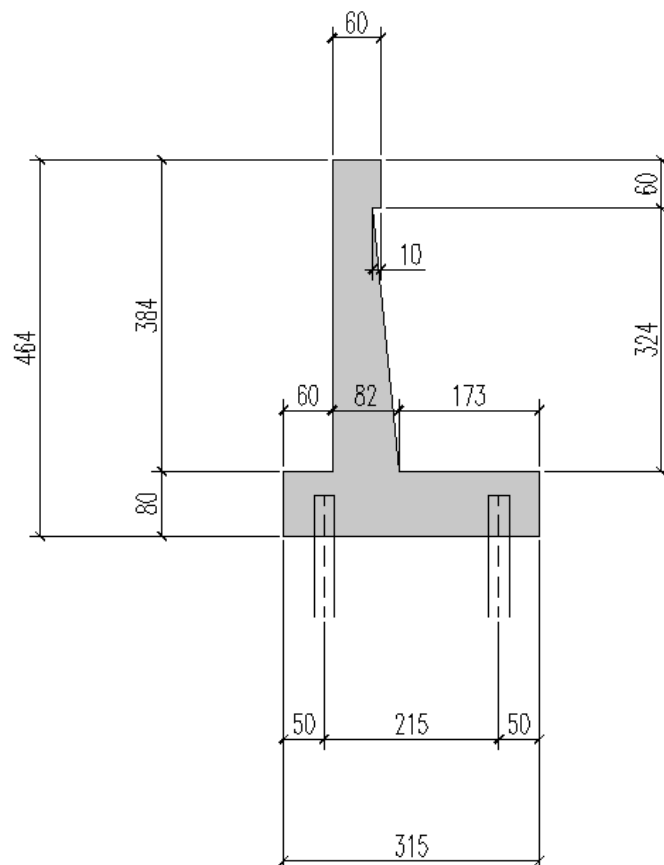


Figura 7 - Carpenteria Sezione ad altezza maggiore del Muro M03

Il muro in oggetto è provvisto di fondazione su micropali con le seguenti caratteristiche:

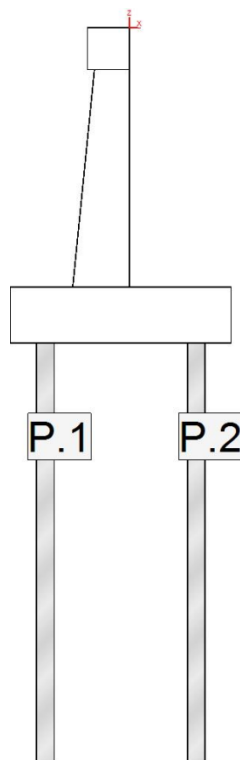


Figura 8 - Individuazione delle file di micropali del Muro M03

Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 50 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 265 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 46 di 129 |

Carichi nastriformi sul profilo del terreno a monte

Carico 1:

- descrizione = CARICO STRADALE
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi (xi;xf) = 0;700 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 20 kN/m²

Verifiche geotecniche

Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

| caso di carico | Palo (n° fila) | N [daN] | Qtc [daN] (compressione) | Fs >1;<1 | Qtt [daN] (trazione) | Fs >1;<1 | T [daN] | Rtr [daN] (trasversale) | Fs >1;<1 |
|-------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------|---------|----------------------------|-------------|
| 1 - STR (SLU) | 1 | -20368.8 | 80373.7 | 3.95 | -51760.6 | - | 9417.1 | 60658.8 | 6.44 |
| 1 - STR (SLU) | 2 | -11622.9 | 80373.7 | 6.92 | -51760.6 | - | 9438.3 | 47806 | 5.07 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 1 | -16143.2 | 80373.7 | 4.98 | -51760.6 | - | 8127.1 | 60658.8 | 7.46 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 2 | -6297.7 | 80373.7 | 12.76 | -51760.6 | - | 8144.7 | 47806 | 5.87 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 1 | -16866.8 | 80373.7 | 4.77 | -51760.6 | - | 8249.2 | 60658.8 | 7.35 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 2 | -7729.1 | 80373.7 | 10.4 | -51760.6 | - | 8267.1 | 47806 | 5.78 |

Portate dei singoli pali.

Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR_SLU

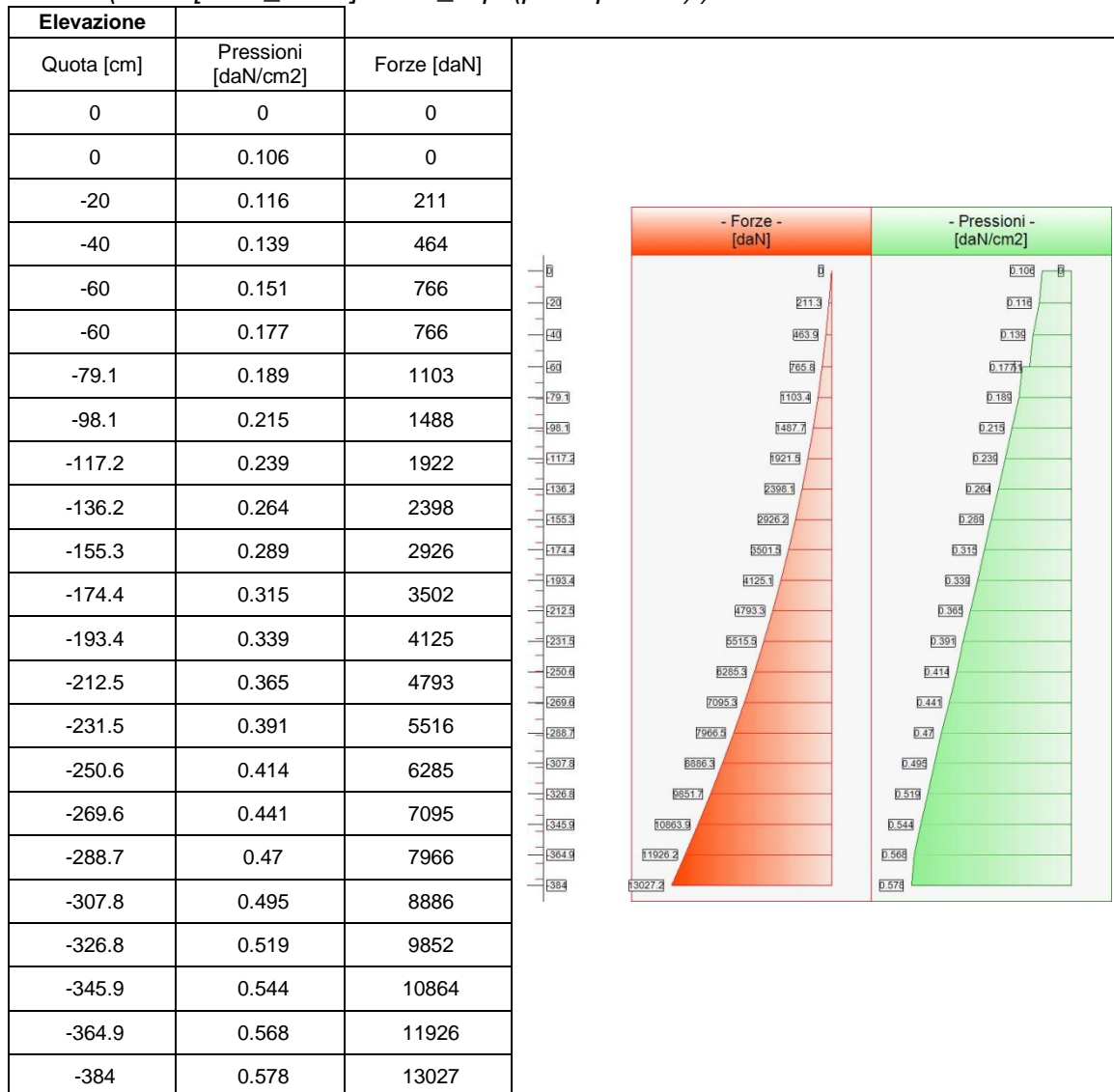


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 13323 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 5232 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18840 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 7398 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 13027 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4181 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18230 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5851 [daN]

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10094 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3964 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 14766 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5799 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10831 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3477 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15849 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5087 [daN]

Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

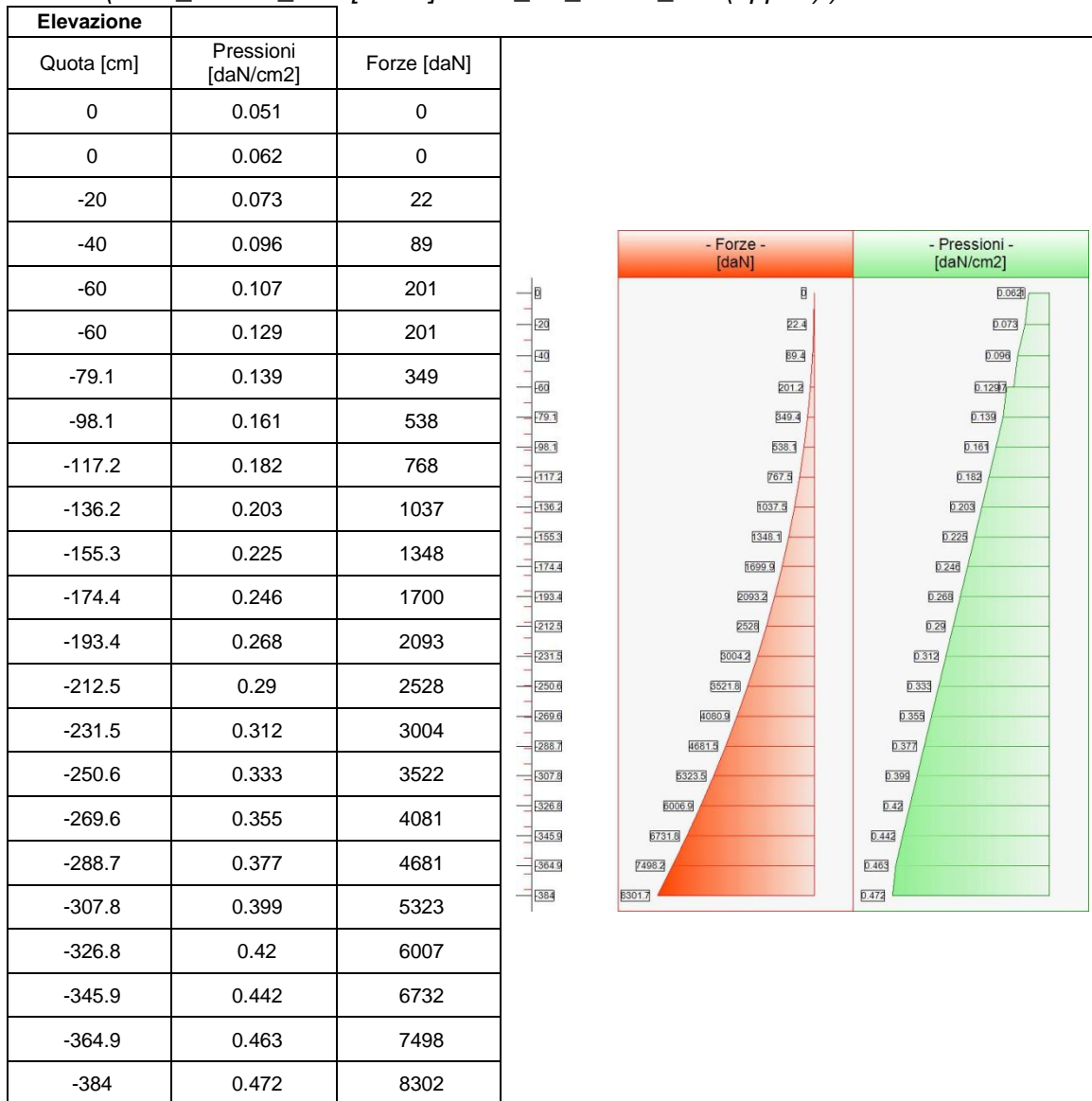


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10831 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3477 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15849 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5087 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

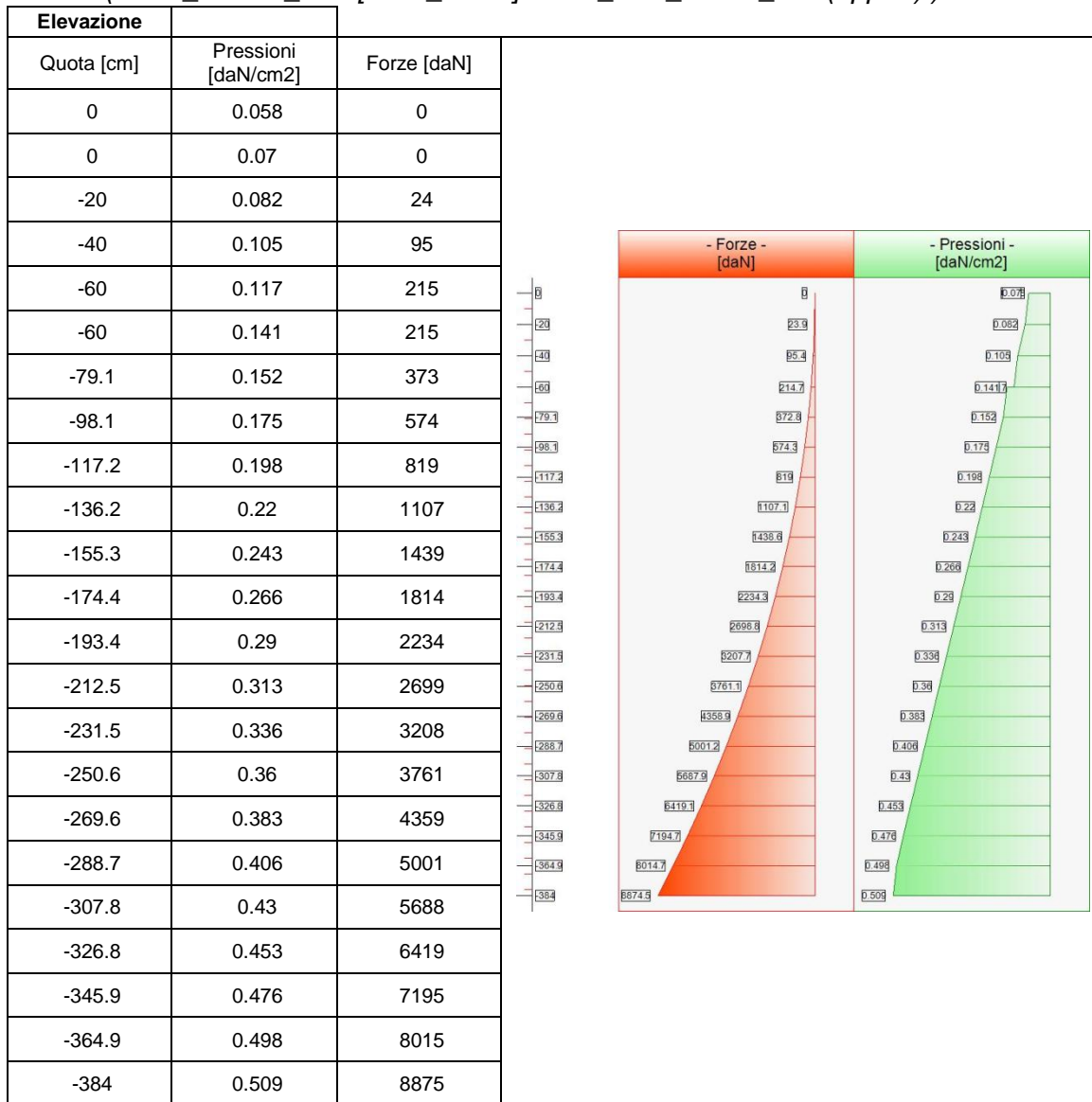


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10257 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 4028 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15011 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5895 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11091 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3560 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 16236 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5211 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

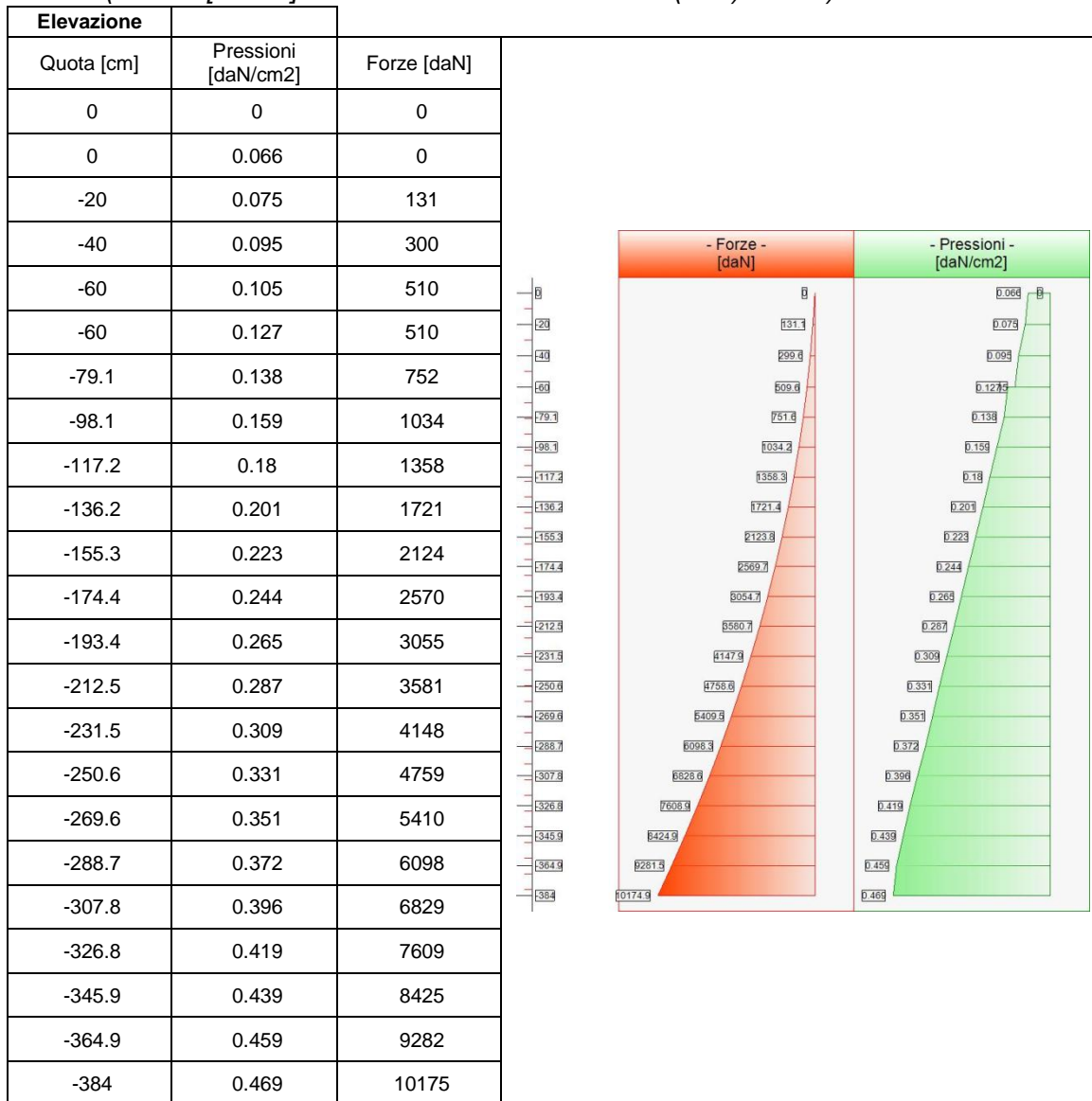


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11091 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3560 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 16236 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5211 [daN]

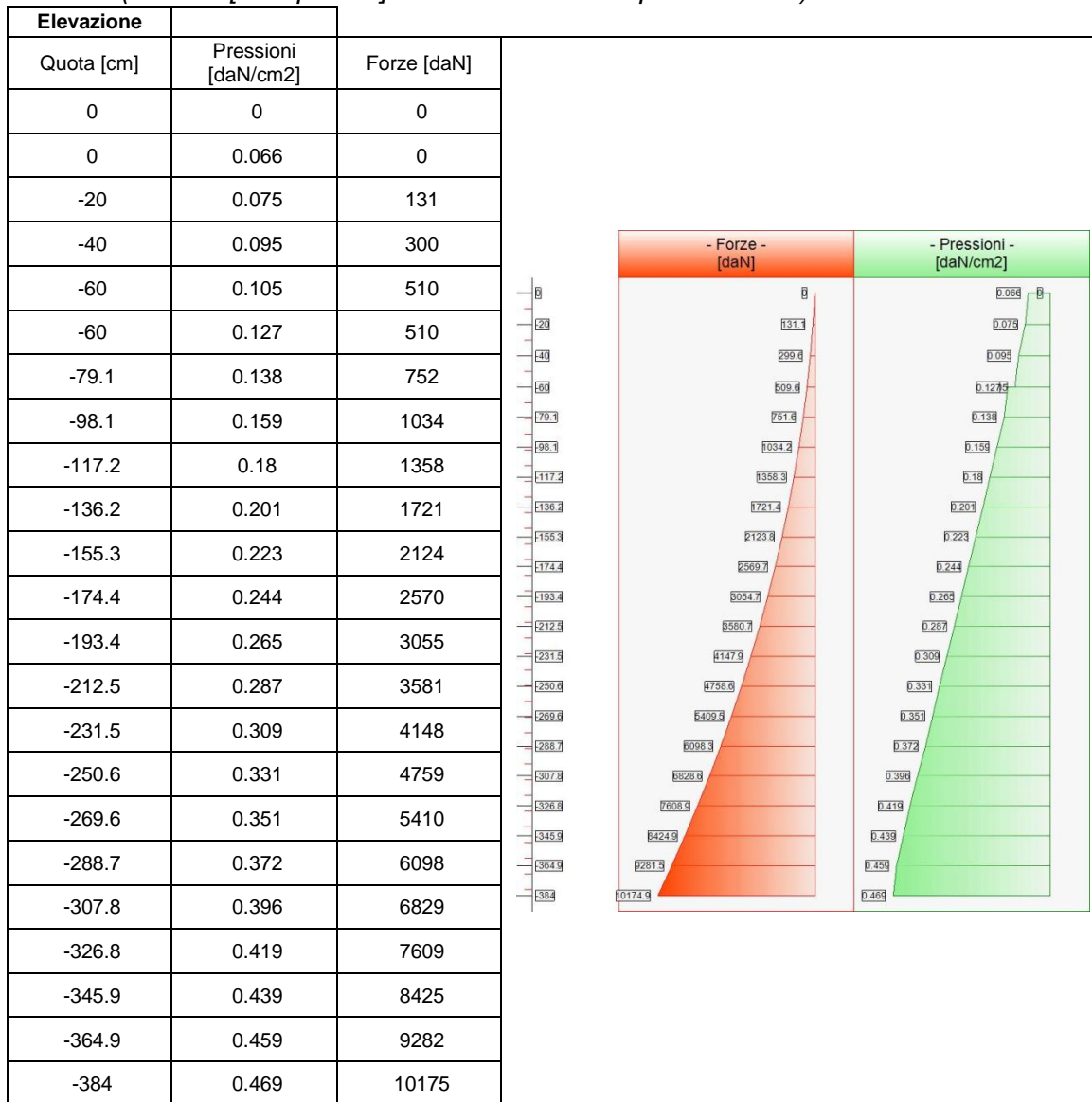
Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10175 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3996 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 14404 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5656 [daN]

Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)

Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10175 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3996 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 14404 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5656 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10175 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3996 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 14404 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5656 [daN]

| | |
|--|---|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 |
| | Foglio 58 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano soddisfatte, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | resistenza assiale | resistenza trasversale | FS strutturale Fusto (presso-flessione) | FS strutturale Fusto (taglio) | FS strutturale Fusto (tensione cls) | FS strutturale Fusto (tensione acciaio) | FS strutturale Fusto (apertura fessure) | FS strutturale Fondazione (flessione) | FS strutturale Fondazione (taglio) | FS strutturale Fondazione (tensione cls) | FS strutturale Fondazione (tensione acciaio) |
|----------------------------|--------------------|------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1 - STR(SLU) | 3.95 | 5.07 | 3.12 | 2.02 | --- | --- | --- | 1.4 | 1.44 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 4.98 | 5.87 | 3.7 | 2.48 | --- | --- | --- | 1.69 | 1.81 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 4.77 | 5.78 | 3.65 | 2.45 | --- | --- | --- | 1.64 | 1.74 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | 8.3 | 3.99 | --- | --- | --- | 4.97 | 1.24 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 2.25 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | 6.22 | --- | 1.69 | --- | --- | 3.73 | --- |

Muro Verificato

[Verifiche Superate]

| | | |
|--|---|---------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | Foglio 59 di 129 |
| 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 | | |

Verifiche strutturali dei micropali

Azioni in testa ai pali

Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 19449.9 | 9417.1 | -23463.8 |
| 2 | 10704 | 9438.3 | -39019.6 |

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 15436.4 | 8127.1 | -29472.3 |
| 2 | 5590.9 | 8144.7 | -42177.5 |

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 16159.9 | 8249.2 | -26542.3 |
| 2 | 7022.2 | 8267.1 | -39614.8 |

Verifica a Taglio

$$V_{RD} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_M}$$

Dove

$$A_v = \frac{2A}{\pi}$$

Si ottiene:

$$V_{RD} = 61'800 \text{ daN} > T_{max}$$

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a Momento flettente

$$M_{RD} = \left(\frac{f_{yk}}{\gamma_M} - \frac{N_{Ed}}{A} \right) \cdot W_{pl}$$

Si ottiene:

$$M_{RD} = 555'684 \text{ daNcm} > M_{max}$$

| Nd (daN) | gamma m | fyk (Mpa) | D (mm) | t (mm) | A (cm2) | W(cm3) | Av (cm2) | Vrd (daN) | Mrd (daNcm) |
|----------|---------|-----------|--------|--------|---------|--------|----------|---------------|----------------|
| 19 450 | 1.05 | 355 | 168.3 | 10 | 49.73 | 186 | 31.66 | 61 800 | 555 684 |

La verifica a momento flettente è soddisfatta.

4.5 MURO M04 ($H_{MAX} = 4,16$ m dal piano di fondazione)

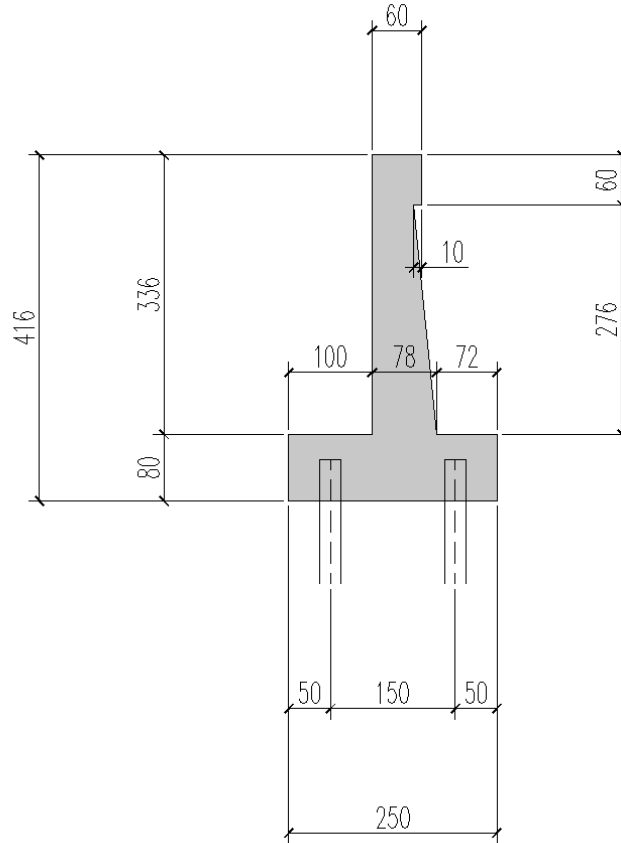


Figura 9 - Carpenteria Sezione ad altezza maggiore del Muro M04

Il muro in oggetto è provvisto di fondazione su micropali con le seguenti caratteristiche:

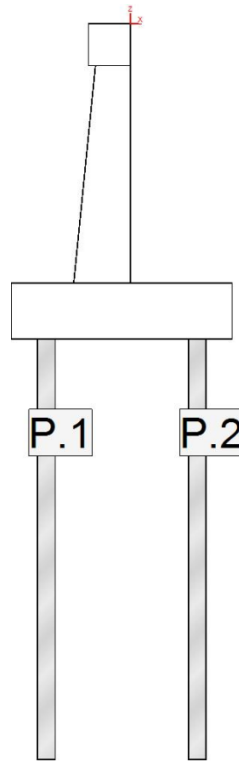


Figura 10 - Individuazione delle file di micropali del Muro M03

Fila 1:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 50 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

Fila 2:

- lunghezza = 600 cm
- interasse longitudinale = 100 cm
- scostamento iniziale = 20 cm
- dist. bordo fondazione = 200 cm
- inclinazione = 0 °
- tipo = micropalo
- vincolo = incastro
- Ø interno micropalo = 14.83 cm
- Ø esterno micropalo = 16.83 cm
- Ø perforazione = 25 cm

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | A301-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 62 di 129 |

Carichi nastroforni sul profilo del terreno a monte

Carico 1:

- descrizione = CARICO STRADALE
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi (xi;xf) = 0;700 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 20 kN/m²

Verifiche geotecniche

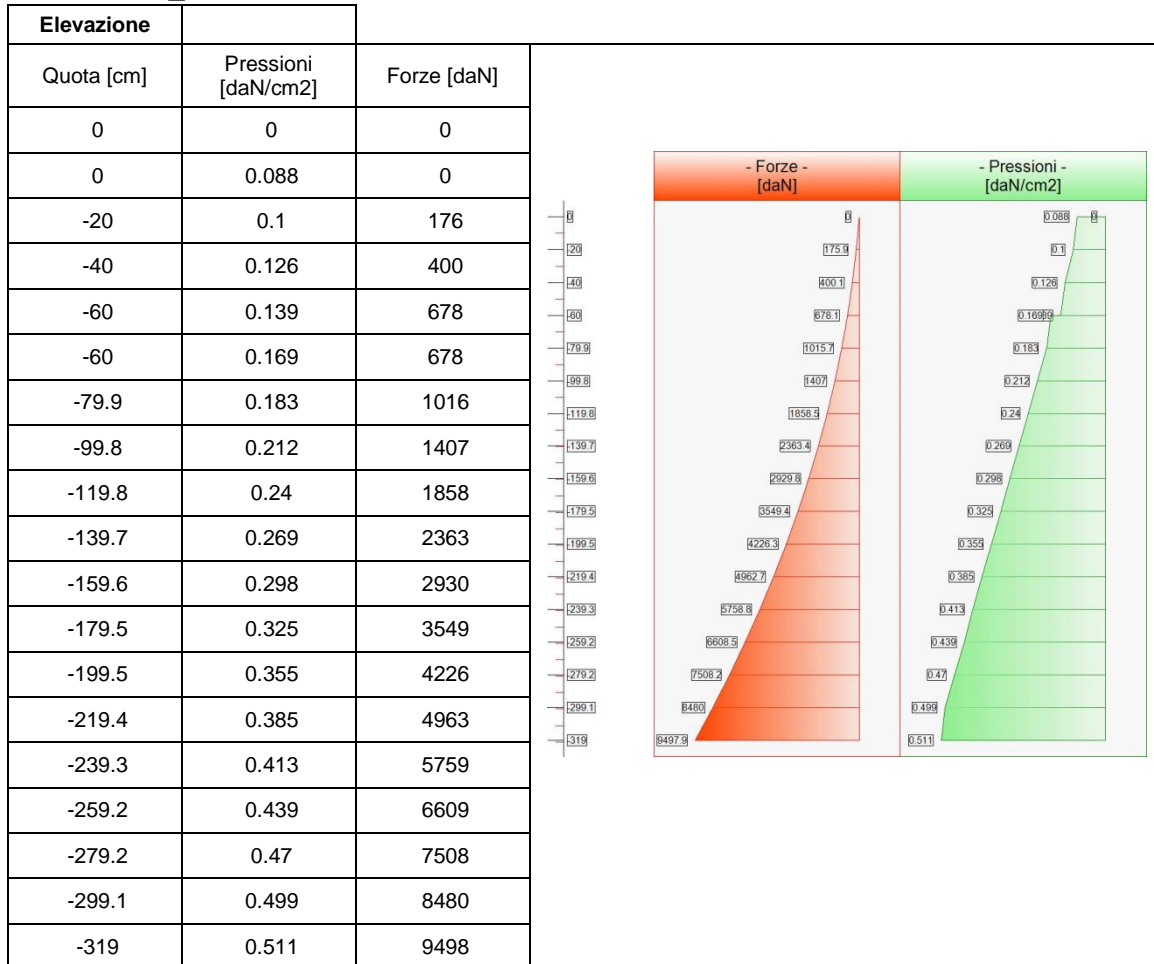
Viene valutata la portata di ogni singolo palo :

| caso di carico | Palo (n° fila) | N [daN] | Qtc [daN] (compressione) | Fs >1;<1 | Qtt [daN] (trazione) | Fs >1;<1 | T [daN] | Rtr [daN] (trasversale) | Fs >1;<1 |
|-------------------------|-------------------|----------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------|---------|----------------------------|-------------|
| 1 - STR (SLU) | 1 | -18953 | 45168.3 | 2.38 | -29088.4 | - | 7096.8 | 56050.8 | 7.9 |
| 1 - STR (SLU) | 2 | -4085.7 | 45168.3 | 11.06 | -29088.4 | - | 7098.2 | 42087.7 | 5.93 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 1 | -14316 | 45168.3 | 3.16 | -29088.4 | - | 6010.4 | 56050.8 | 9.33 |
| 3 - STR_SISMA_SU (SLU) | 2 | -334.5 | 45168.3 | 100 | -29088.4 | - | 6011.7 | 42087.7 | 7 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 1 | -15137.4 | 45168.3 | 2.98 | -29088.4 | - | 6087.8 | 56050.8 | 9.21 |
| 6 - STR_SISMA_GIU (SLU) | 2 | -1507.3 | 45168.3 | 29.97 | -29088.4 | - | 6089.1 | 42087.7 | 6.91 |

Portate dei singoli pali.

Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR SLU

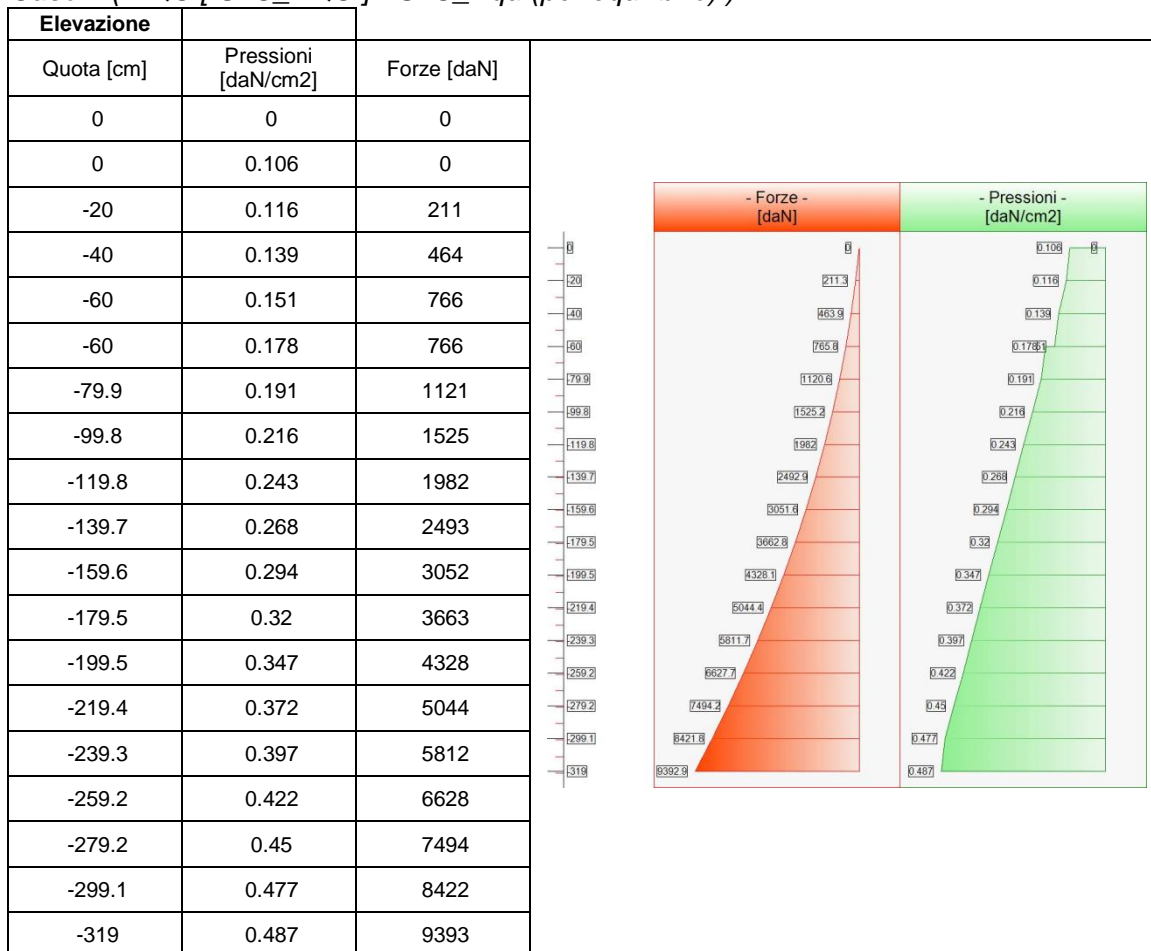


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9498 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3730 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 14187 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 5571 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

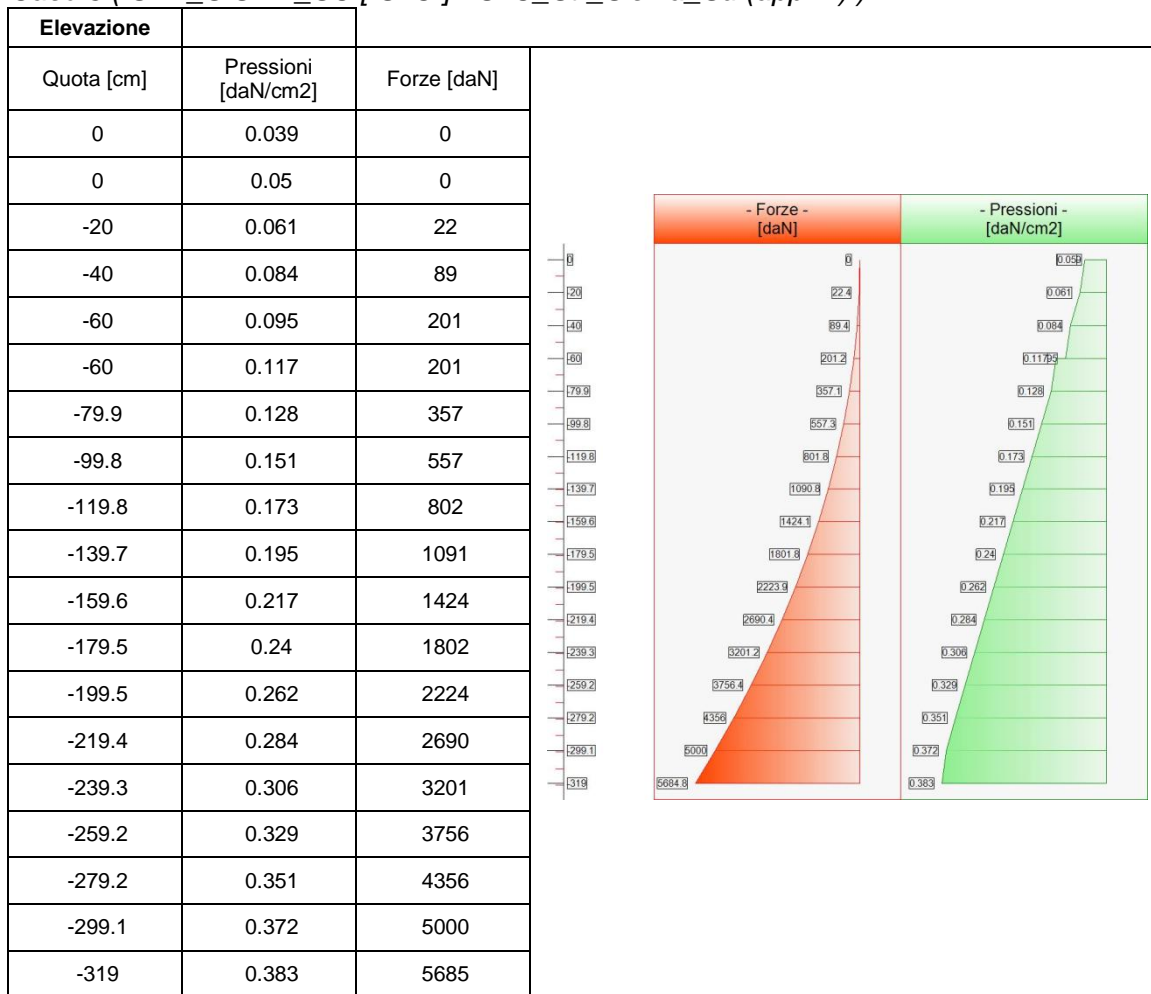


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9393 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 3015 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 13835 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4441 [daN]

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

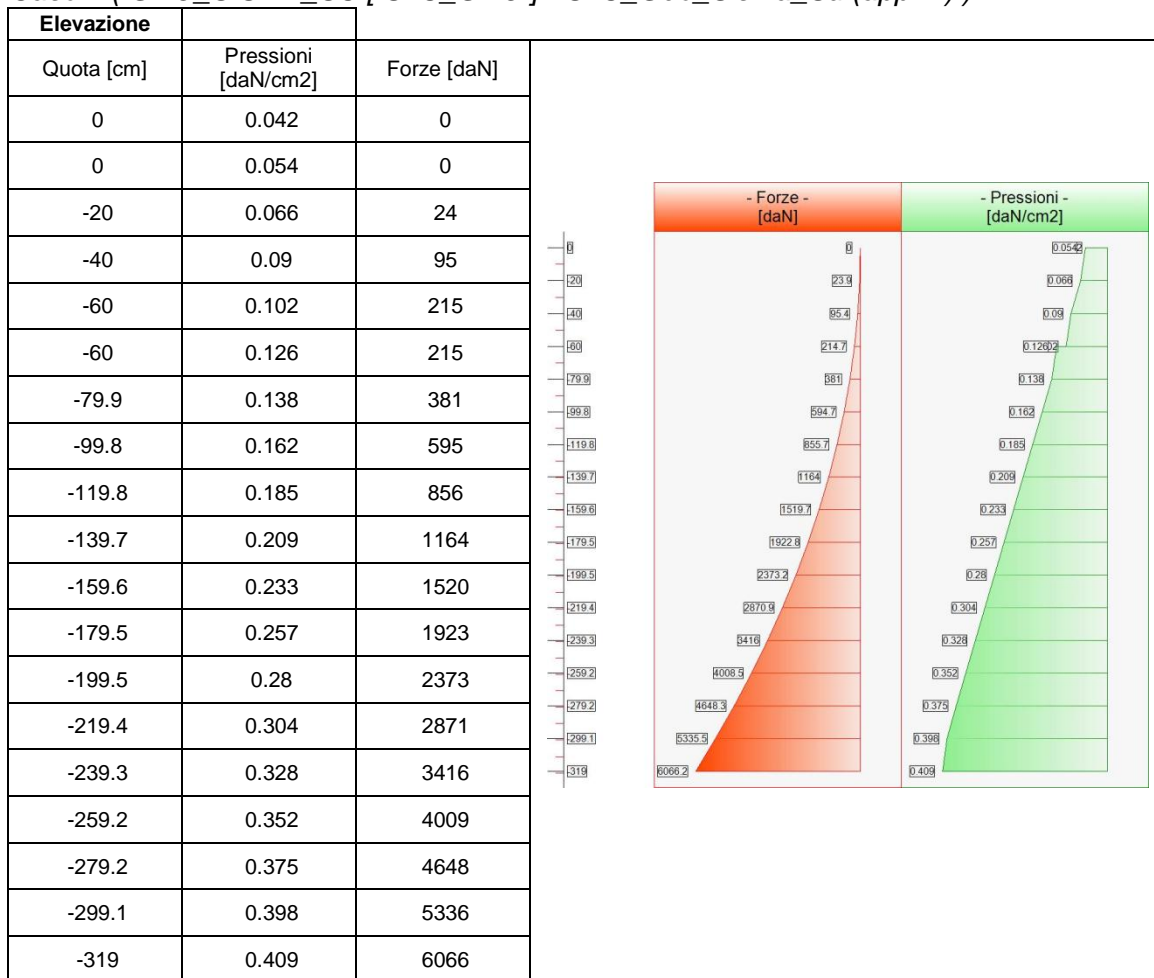


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 6926 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2720 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10842 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4258 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

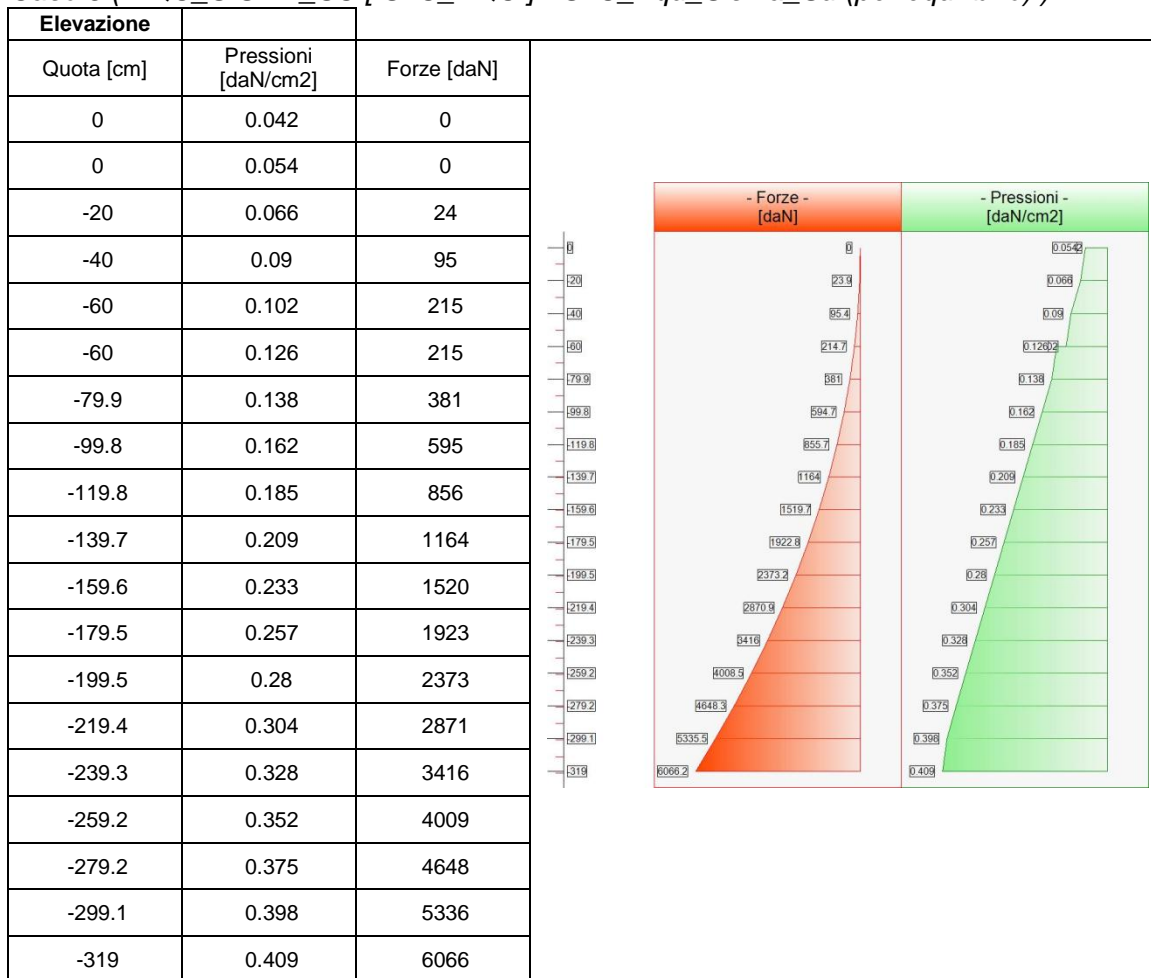


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7421 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2382 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11616 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3729 [daN]

Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

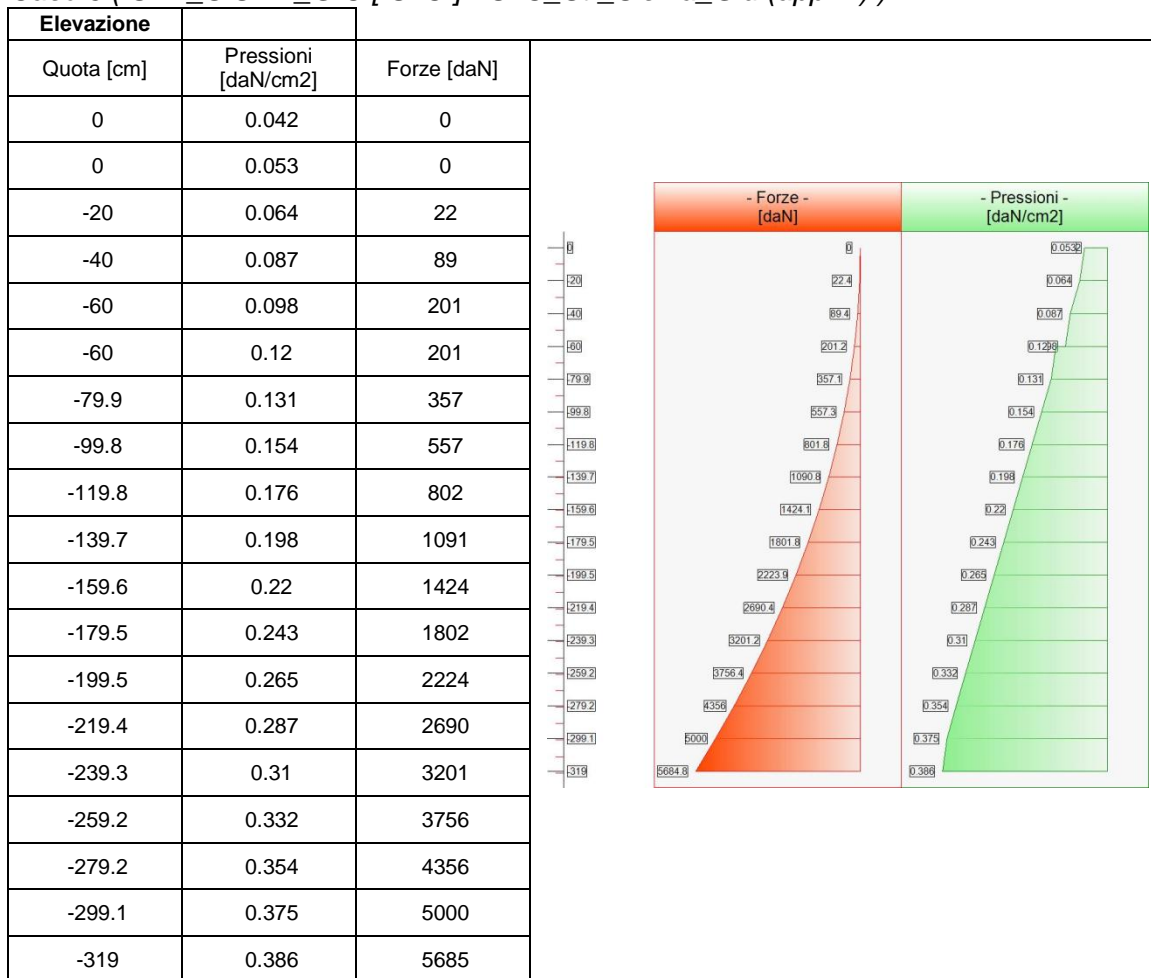


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7421 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2382 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11616 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3729 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

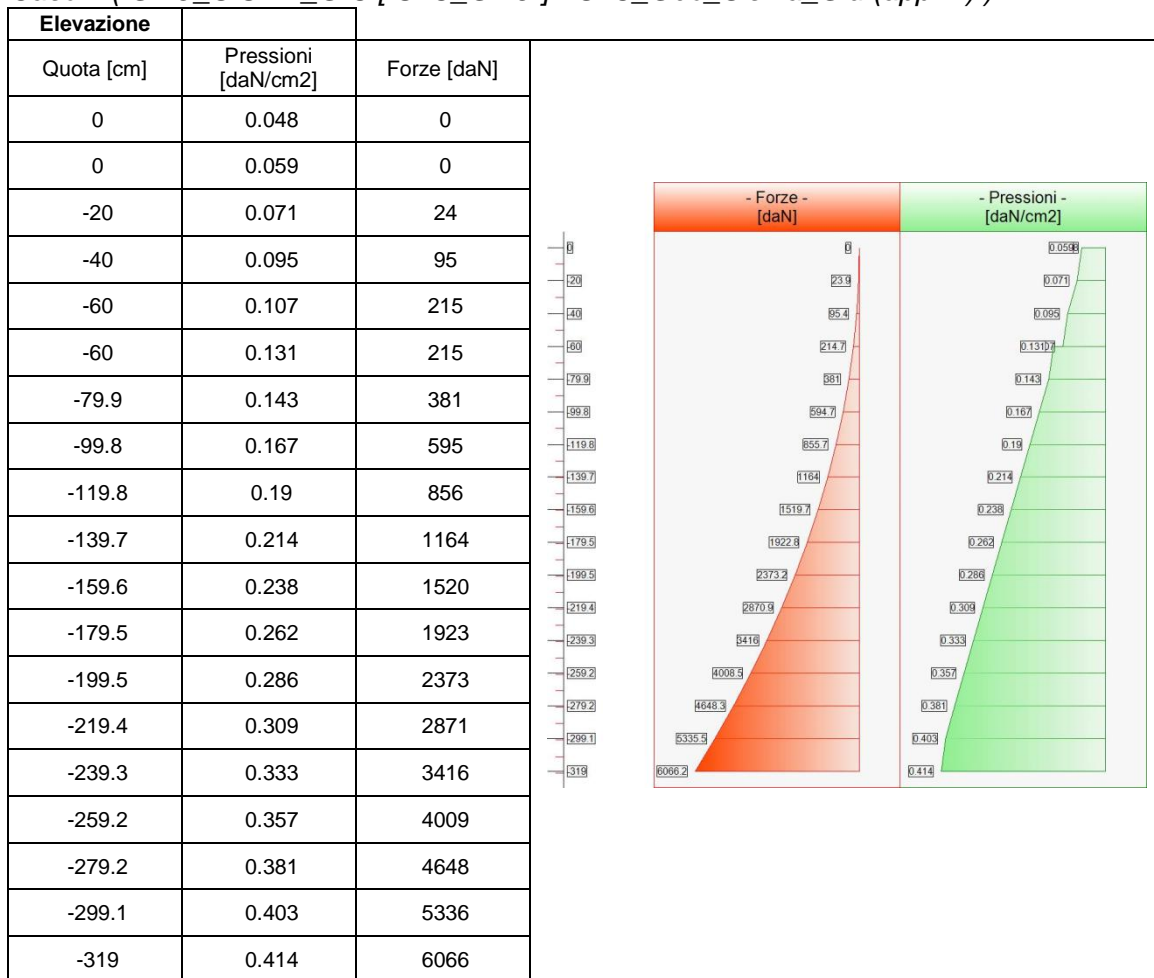


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7025 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2759 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10997 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4318 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

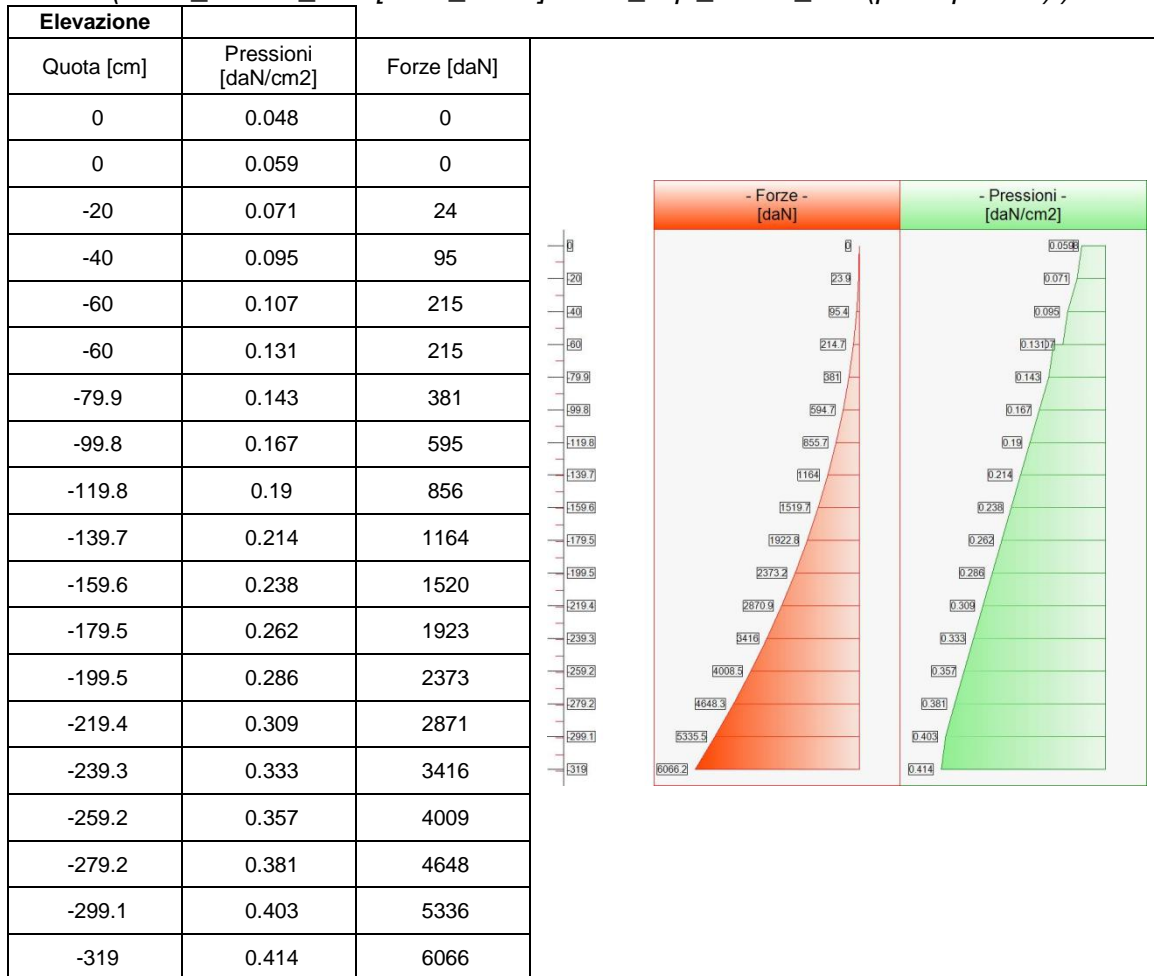


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7584 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2434 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11872 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3811 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

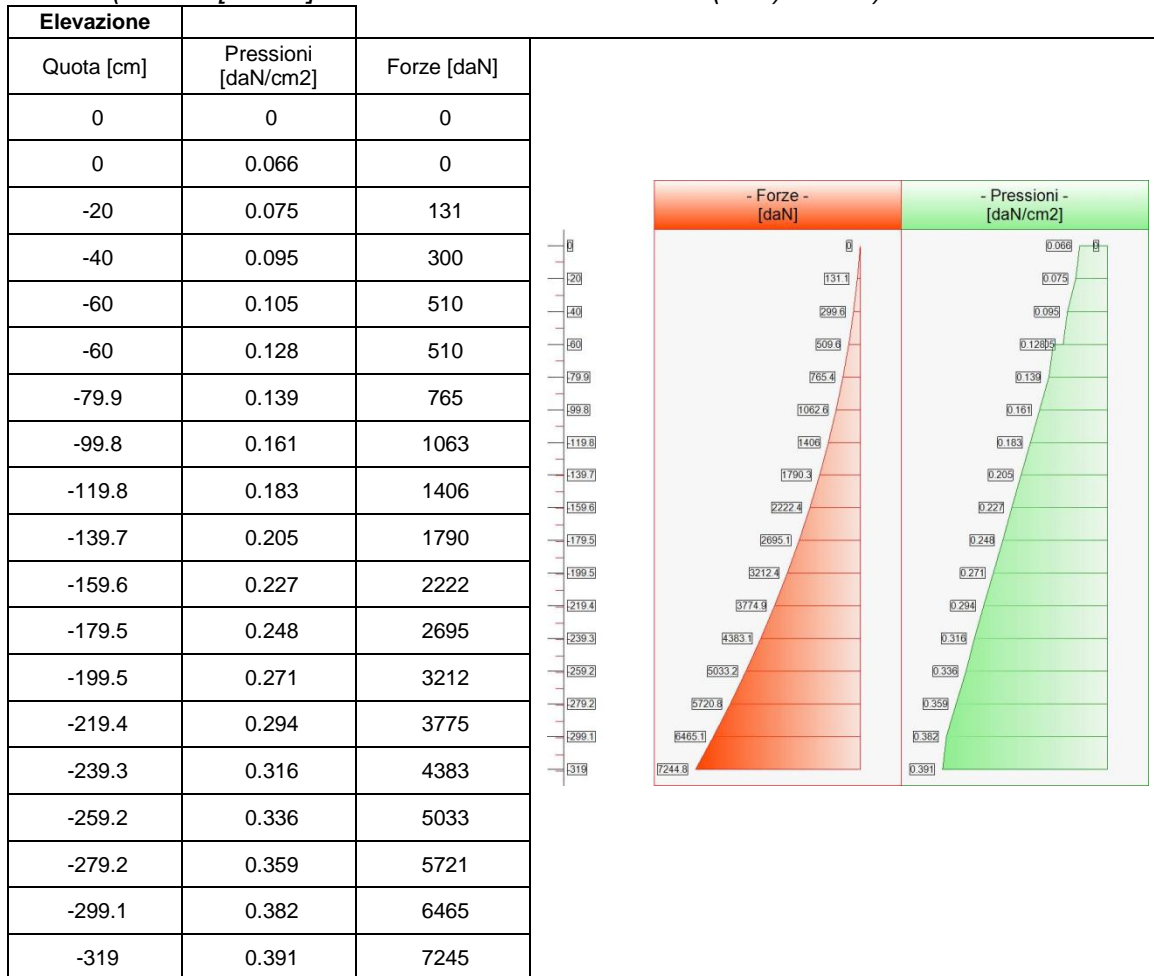


Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7584 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2434 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 11872 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3811 [daN]

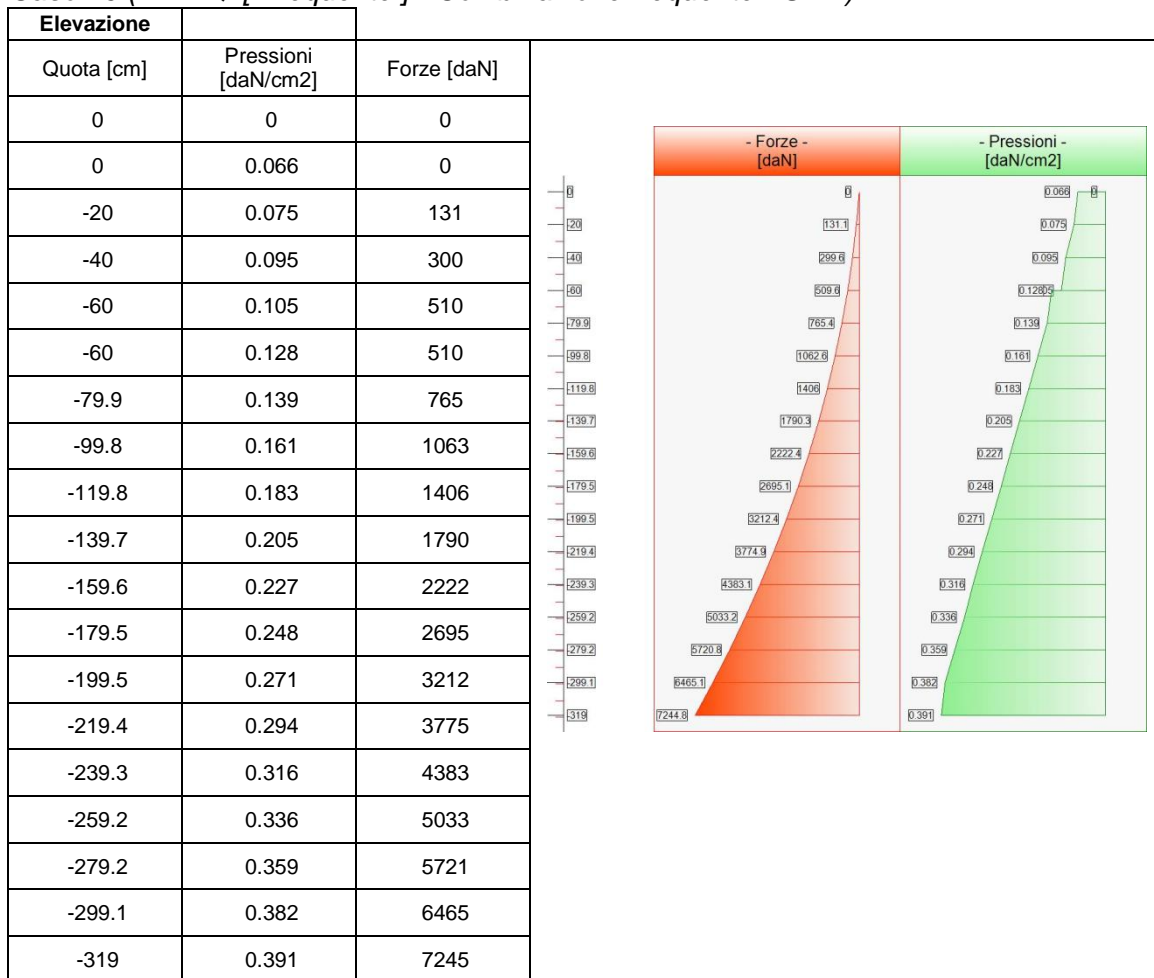
Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7245 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2845 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10837 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4256 [daN]

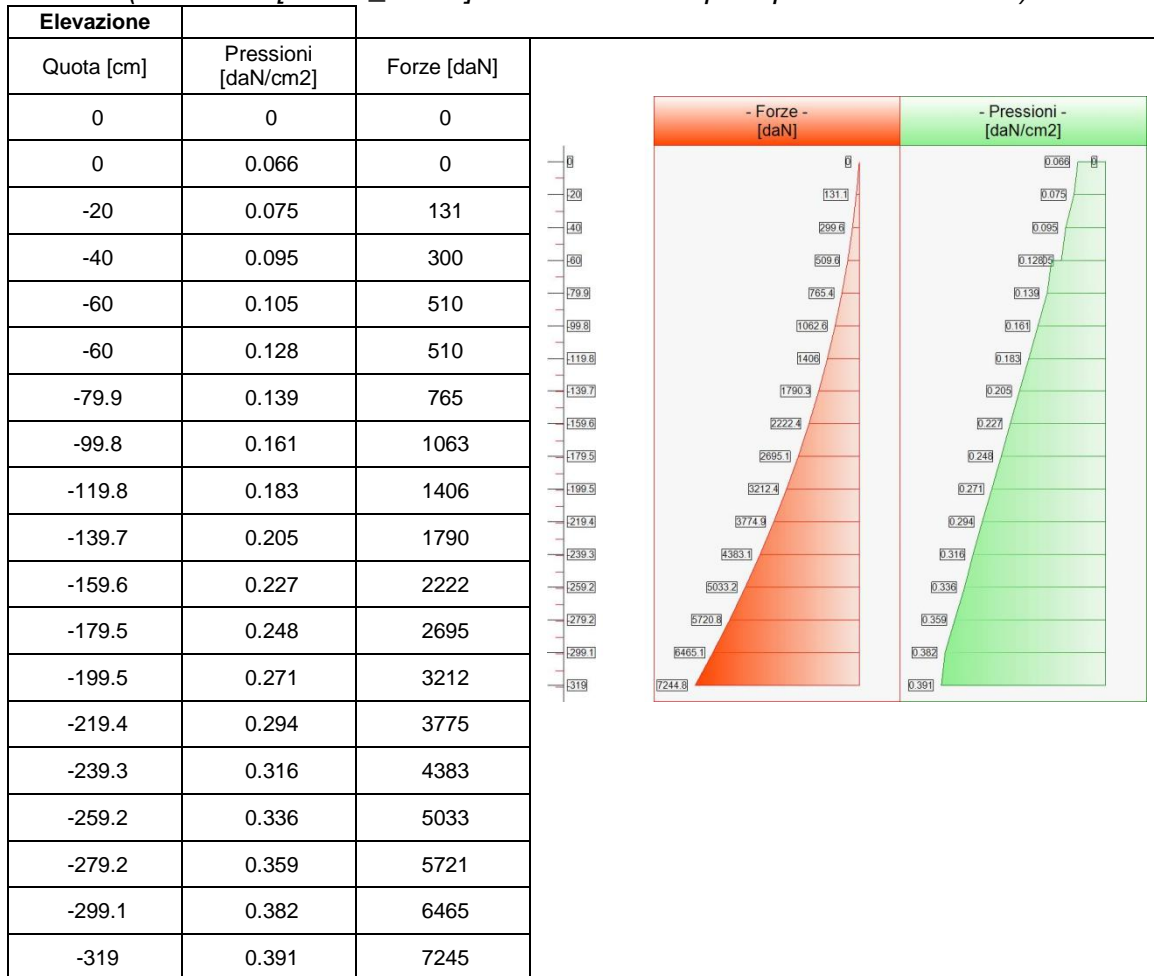
Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)

Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7245 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2845 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10837 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4256 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 7245 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2845 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 10837 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 4256 [daN]

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 74 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano soddisfatte, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | resistenza assiale | resistenza trasversale | FS strutturale Fusto(presso-flessione) | FS strutturale Fusto (taglio) | FS strutturale Fusto(tensione cis) | FS strutturale Fusto(tensione acciaio) | FS strutturale Fusto(apertura fessure) | FS strutturale Fondazione(flessione) | FS strutturale Fondazione(taglio) | FS strutturale Fondazione(tensione cis) | FS strutturale Fondazione(tensione acciaio) |
|----------------------------|--------------------|------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--|--|
| 1 - STR(SLU) | 2.38 | 5.93 | 2.98 | 2.57 | --- | --- | --- | 5.79 | 3.39 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 3.16 | 7 | 3.66 | 3.25 | --- | --- | --- | 6.95 | 4.47 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 2.98 | 6.91 | 3.63 | 3.21 | --- | --- | --- | 7.08 | 4.24 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | 9.08 | 3.86 | --- | --- | --- | 21.16 | 6.03 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1.83 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | 6.81 | --- | 1.38 | --- | --- | 15.87 | --- |

Muro Verificato

[Verifiche Superate]

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 75 di 129 |

Verifiche strutturali dei micropali

Azioni in testa ai pali

Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 18034.1 | 7096.8 | -80800.9 |
| 2 | 3166.8 | 7098.2 | -79428.2 |

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 13609.1 | 6010.4 | -76056.7 |
| 2 | -372.4 | 6011.7 | -74933.6 |

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

| palo | N [daN] | T [daN] | M [daN*cm] |
|------|---------|---------|------------|
| 1 | 14430.6 | 6087.8 | -74119 |
| 2 | 800.4 | 6089.1 | -73014.1 |

Verifica a Taglio

$$V_{RD} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_M}$$

Dove

$$A_v = \frac{2A}{\pi}$$

Si ottiene:

$$V_{RD} = 61'800 \text{ daN} > T_{max}$$

La verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a Momento flettente

$$M_{RD} = \left(\frac{f_{yk}}{\gamma_M} - \frac{N_{Ed}}{A} \right) \cdot W_{pl}$$

Si ottiene:

$$M_{Rd} = 560'975 \text{ daNcm} > M_{max}$$

| Nd (daN) | gamma m | f _{yk} (Mpa) | D (mm) | t (mm) | A (cm ²) | W(cm ³) | A _v (cm ²) | V _{rd} (daN) | M _{rd} (daNcm) |
|----------|---------|-----------------------|--------|--------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 18 034 | 1.05 | 355 | 168.3 | 10 | 49.73 | 186 | 31.66 | 61 800 | 560 975 |

La verifica a momento flettente è soddisfatta.

4.6 MURO M05 ($H_{MAX} = 3,40$ m dal piano di fondazione)

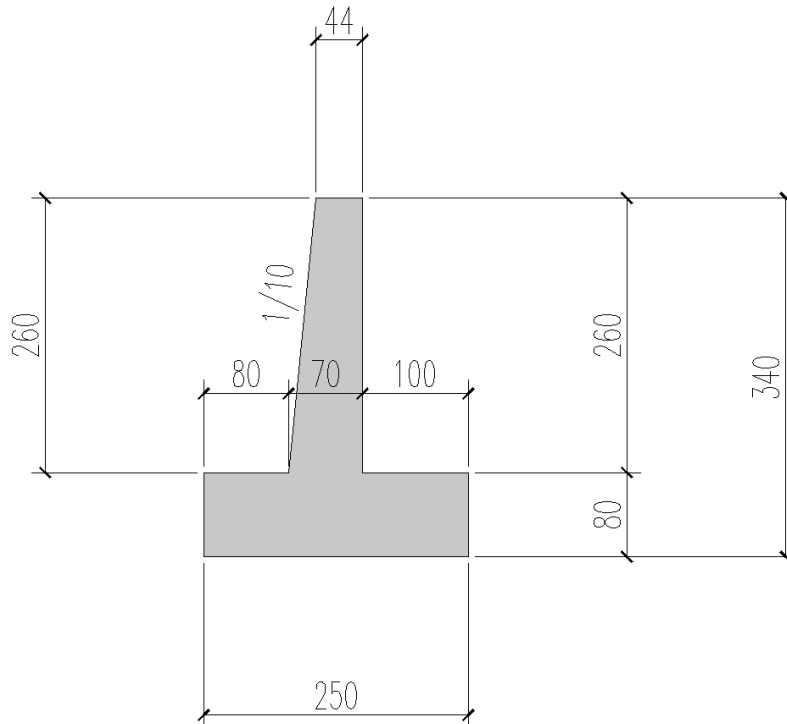


Figura 11 - Carpenteria Sezione ad altezza maggiore del Muro M05

Nella modellazione sono state indagate le seguenti situazioni limite:

- Falda a p.c. a monte e presenza di sovraccarico stradale e di sovraccarico del fabbricato, con quota fiume in secca (lato valle);

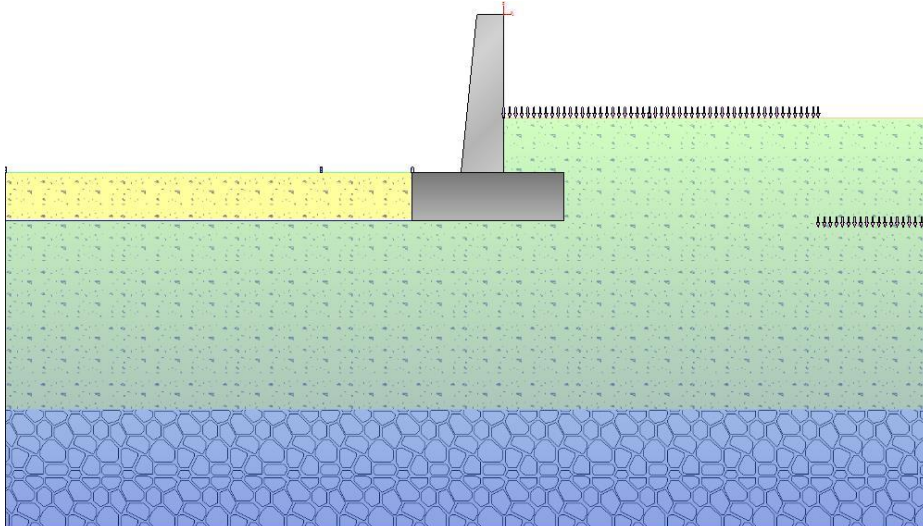


Figura 12 - Condizione limite 1 - Muro M05

- Quota fiume a "TR200" e nessun sovraccarico a monte

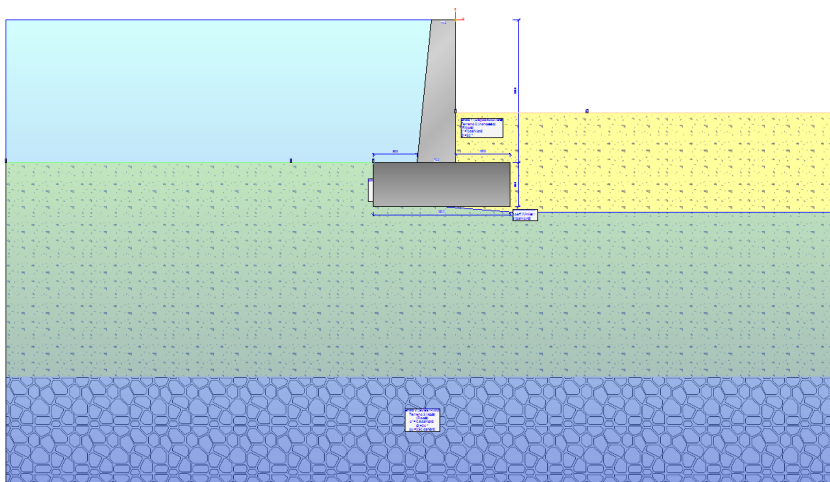


Figura 13 - Condizione limite 2 - Muro M05

Dai risultati ottenuti si evince che la condizione limite più gravosa è la prima, pertanto si riportano i risultati e le verifiche ad essa inerenti.

Carichi nastroformi sul profilo del terreno a monte

Carico 1:

- descrizione = CARICO STRADALE
- tipologia = variabili da traffico distribuiti
- estremi ($x_i; x_f$) = 0; 518 cm
- tipo inserimento = sul profilo
- intensità = 500 daN/m²

Carico 2:

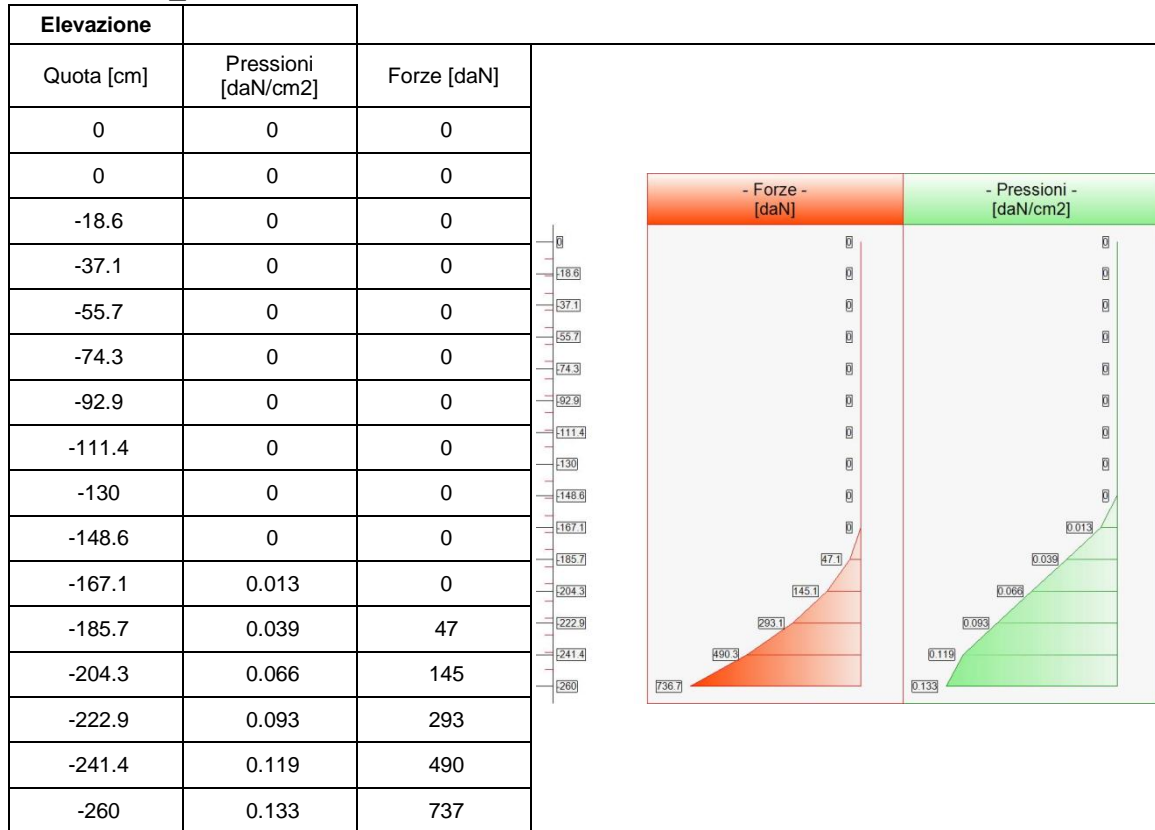
- descrizione = FABBRICATO
- tipologia = permanente
- estremi ($x_i; x_f$) = 518; 700 cm
- tipo inserimento = quota utente ($z = -350$ cm)
- intensità = 4000 daN/m²

(A favore di sicurezza il programma di calcolo strutturale computa anche tutto il peso del terreno sovrastante il carico approfondito inserito per il fabbricato)

Verifiche geotecniche

Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR_SLU



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

| | |
|--|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 79 di 129 |

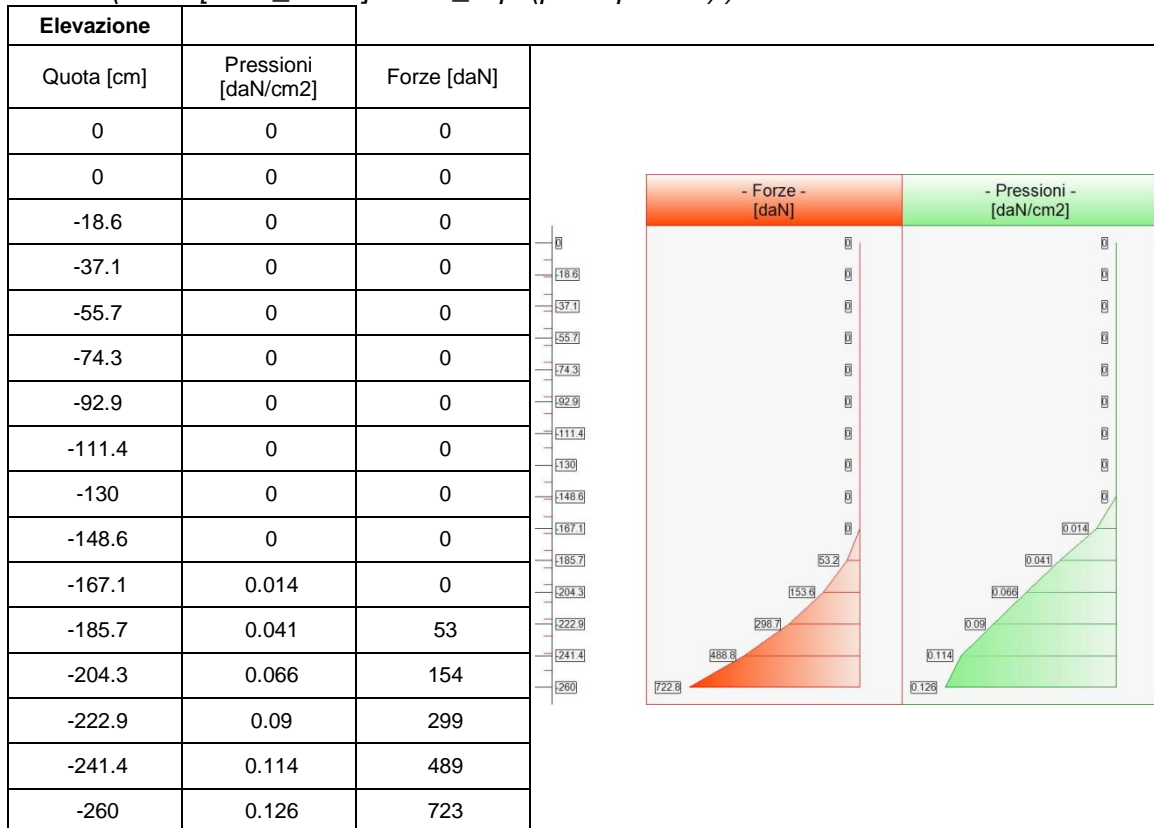
Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 737 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 289 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 2376 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 933 [daN]

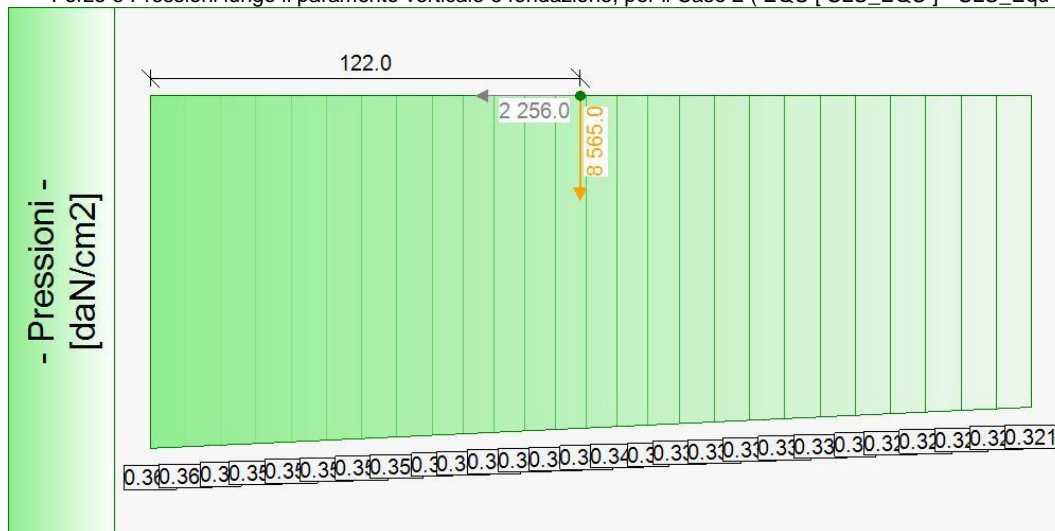
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 127 [cm]
- forza orizzontale = 2377 [daN]
- forza verticale = 12561 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))



Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))



Pressioni sul terreno, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 723 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 232 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 2256 [daN]



- altezza totale, forza verticale = 724 [daN]

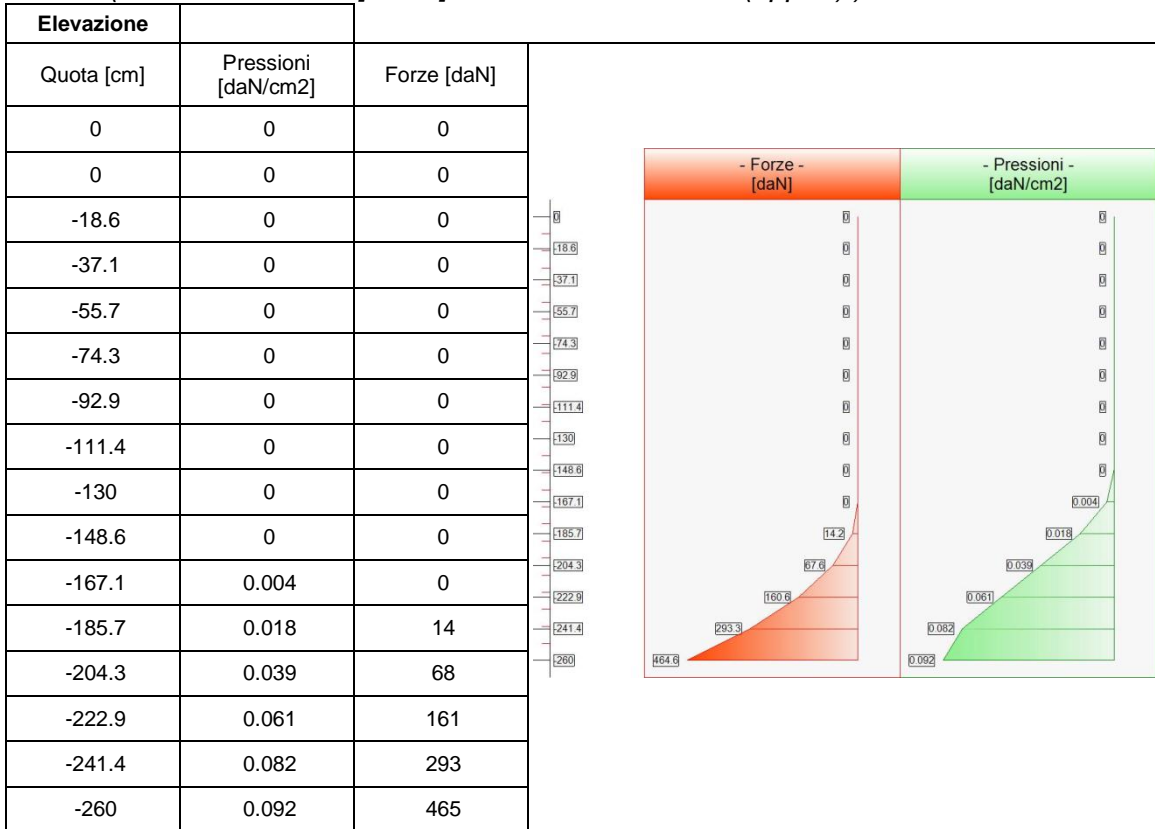
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 122 [cm]

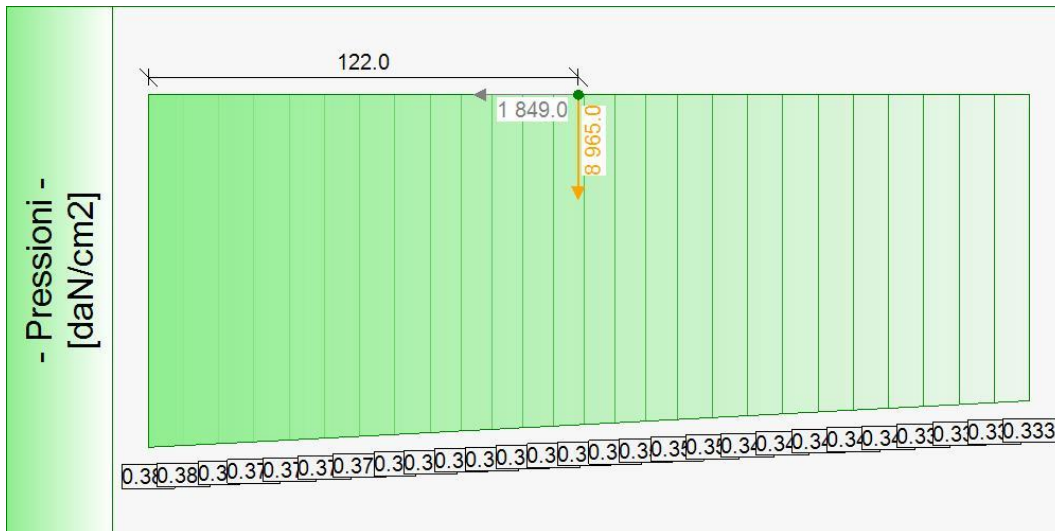
- forza orizzontale = 2256 [daN]

- forza verticale = 8565 [daN]

Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))



Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 465 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 182 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1661 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 652 [daN]

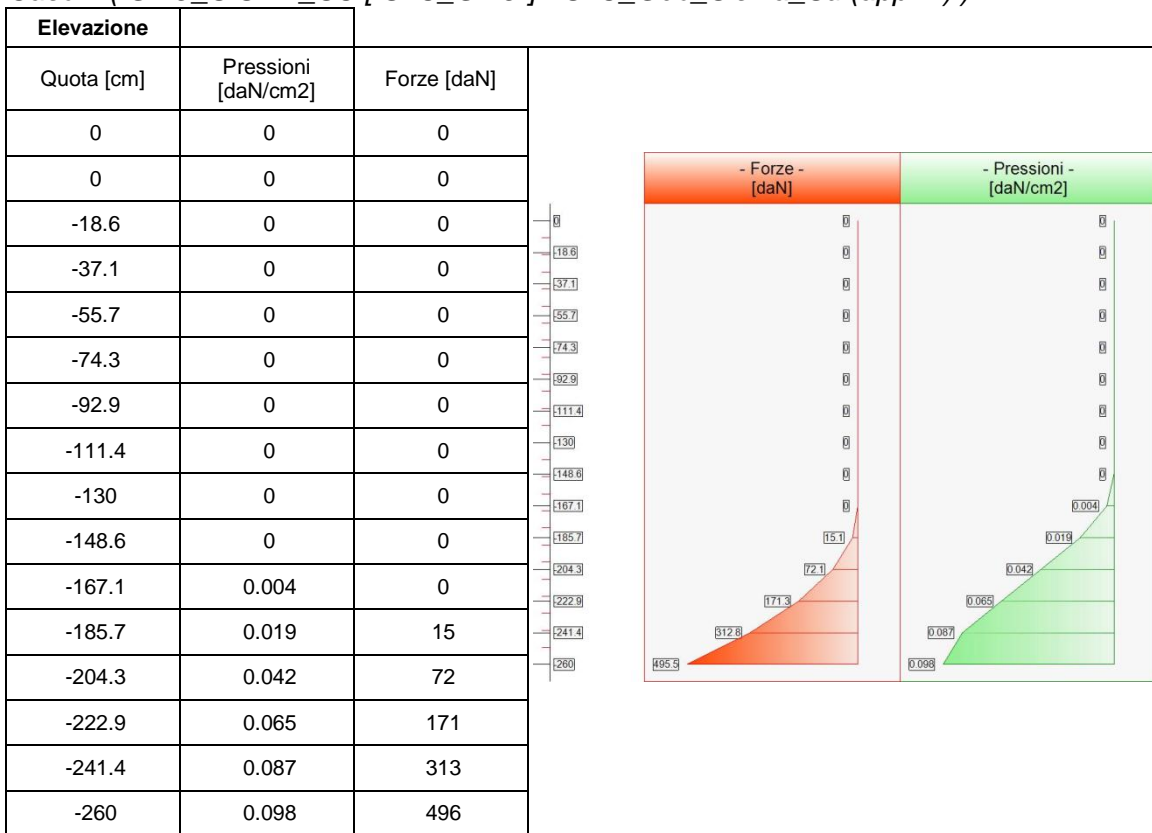
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 122 [cm]

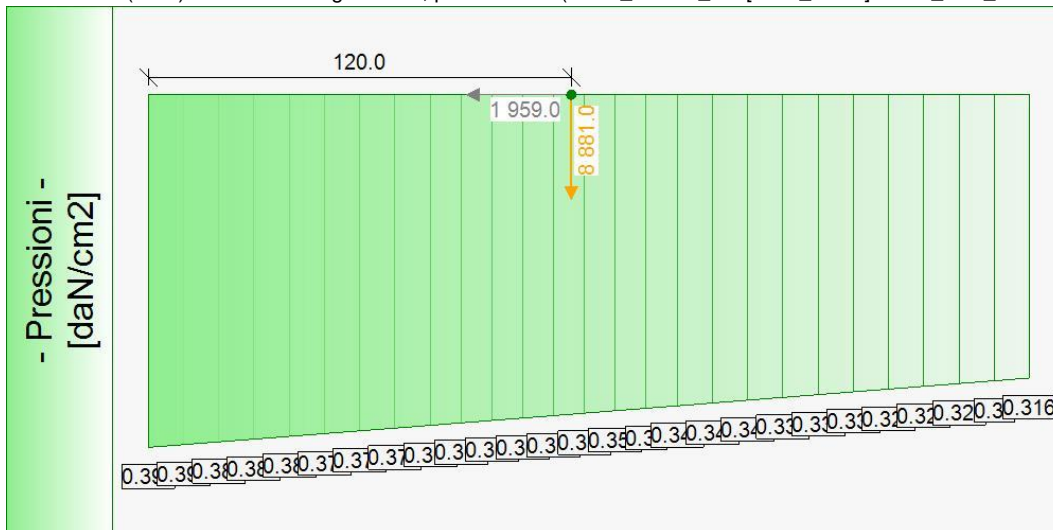
- forza orizzontale = 1849 [daN]

- forza verticale = 8965 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 496 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 159 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1772 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 569 [daN]

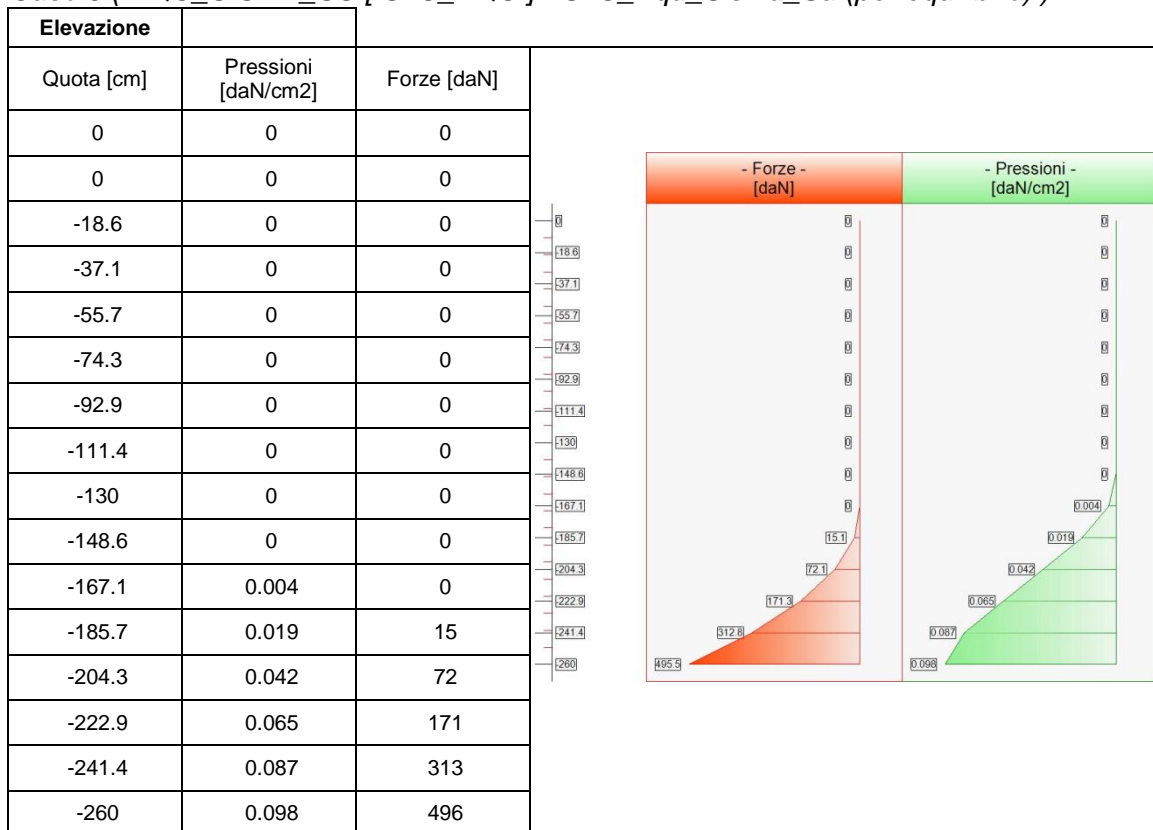
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 120 [cm]

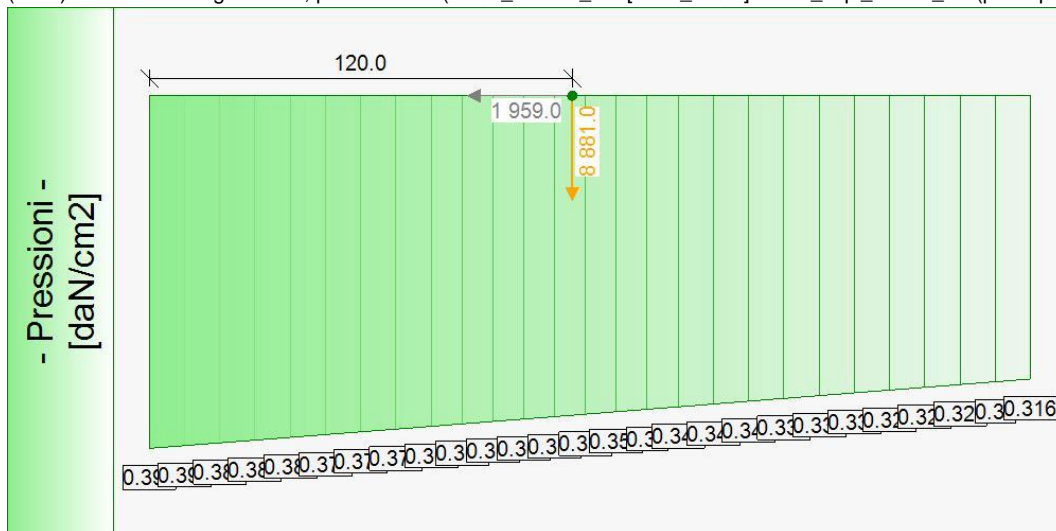
- forza orizzontale = 1959 [daN]

- forza verticale = 8881 [daN]

Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))



Pressioni sul terreno, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Resultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 496 [daN]

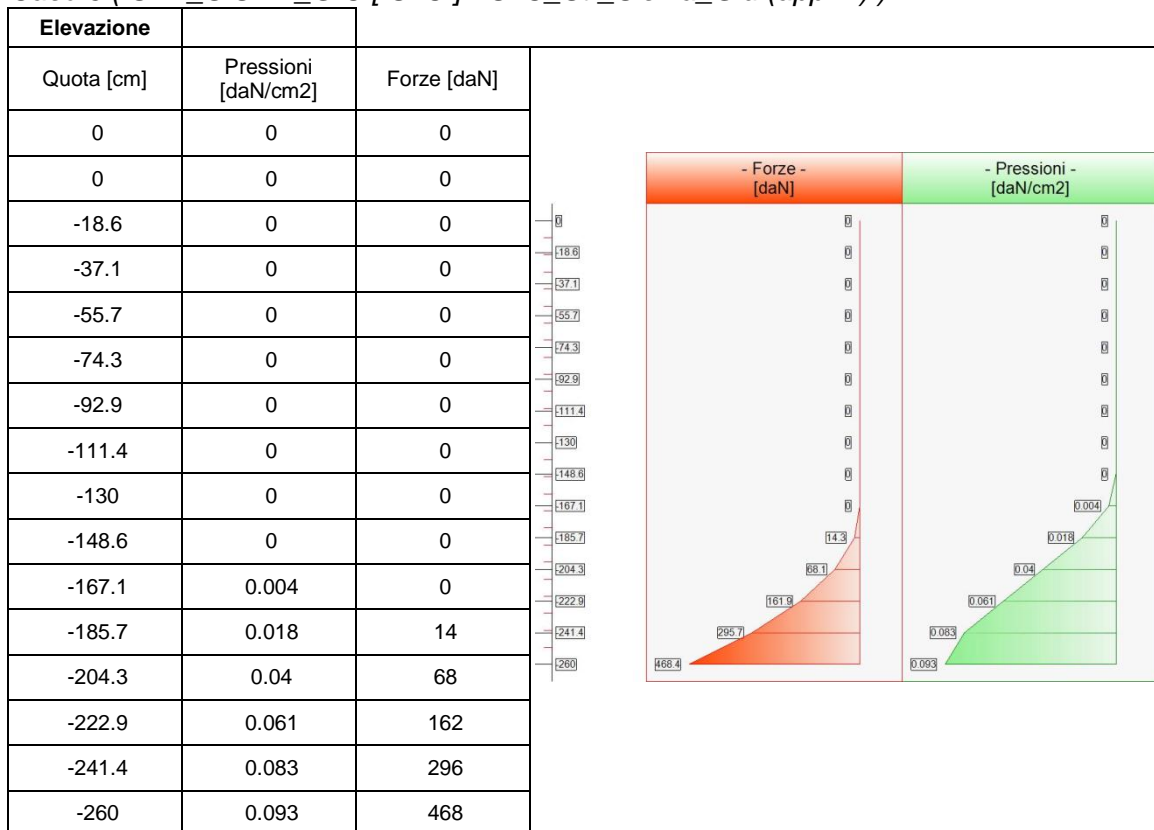


- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 159 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 1772 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 569 [daN]

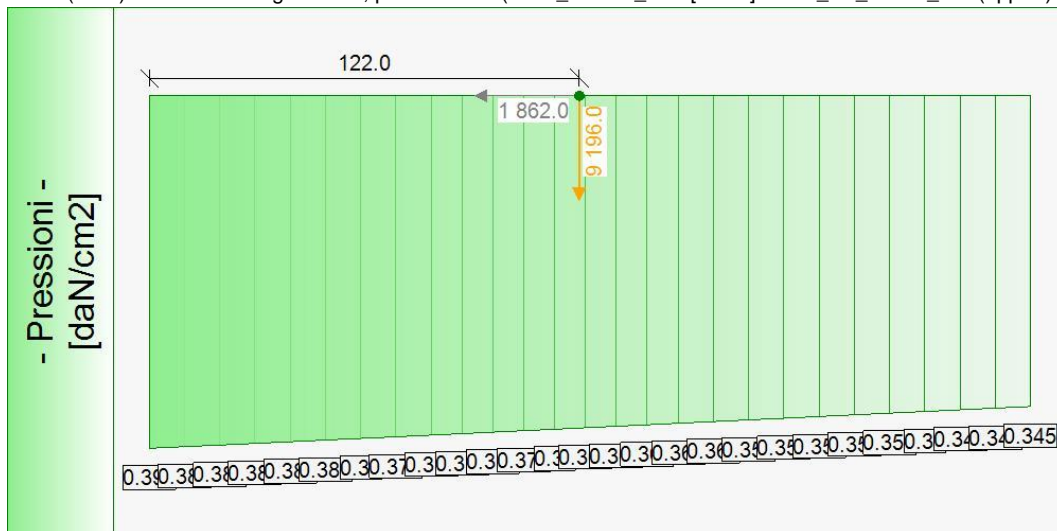
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 120 [cm]
- forza orizzontale = 1959 [daN]
- forza verticale = 8881 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 468 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 184 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1675 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 658 [daN]

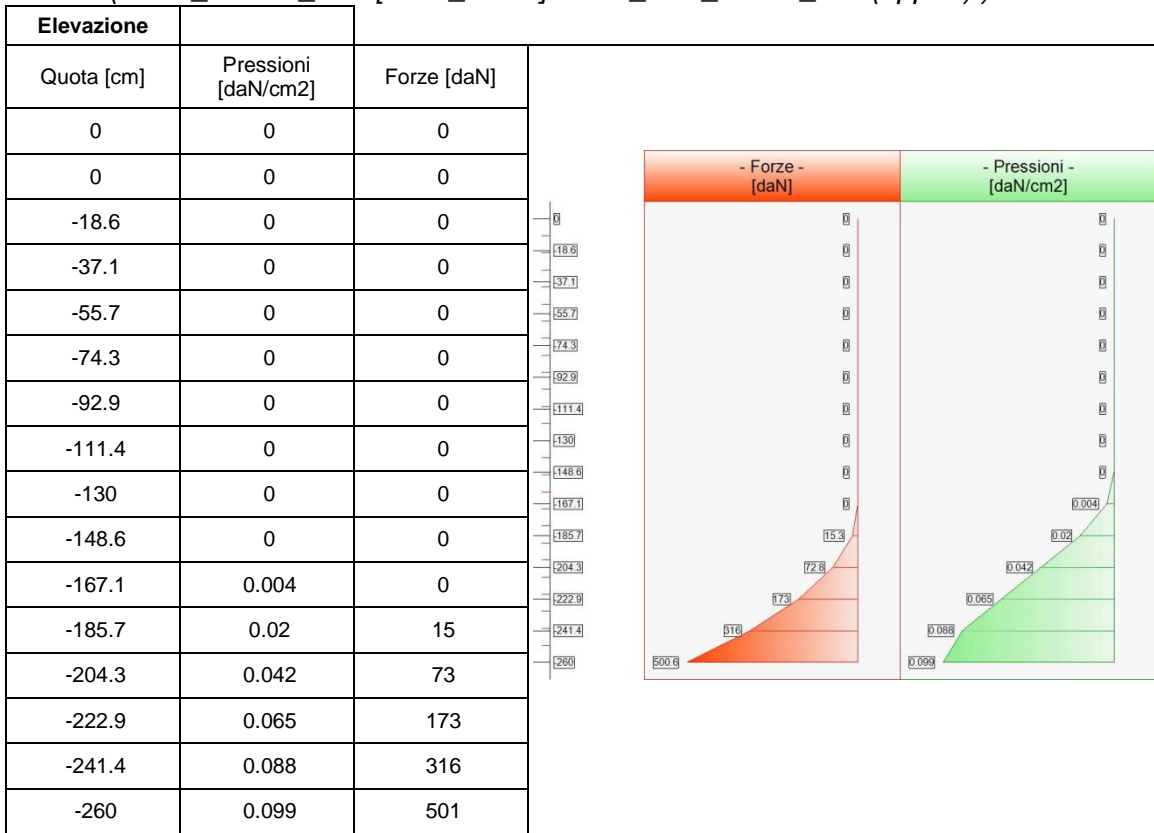
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 122 [cm]

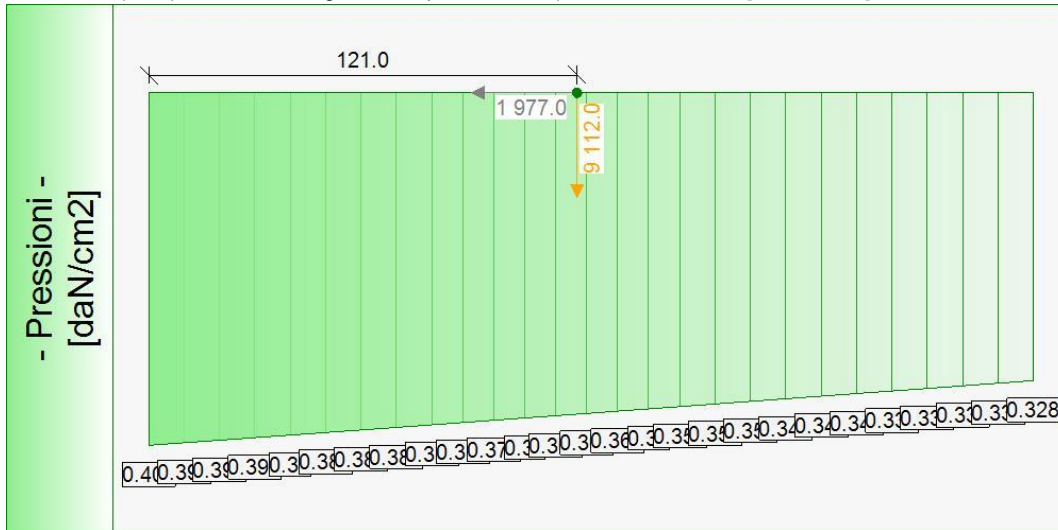
- forza orizzontale = 1862 [daN]

- forza verticale = 9196 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 501 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 161 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1790 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 575 [daN]

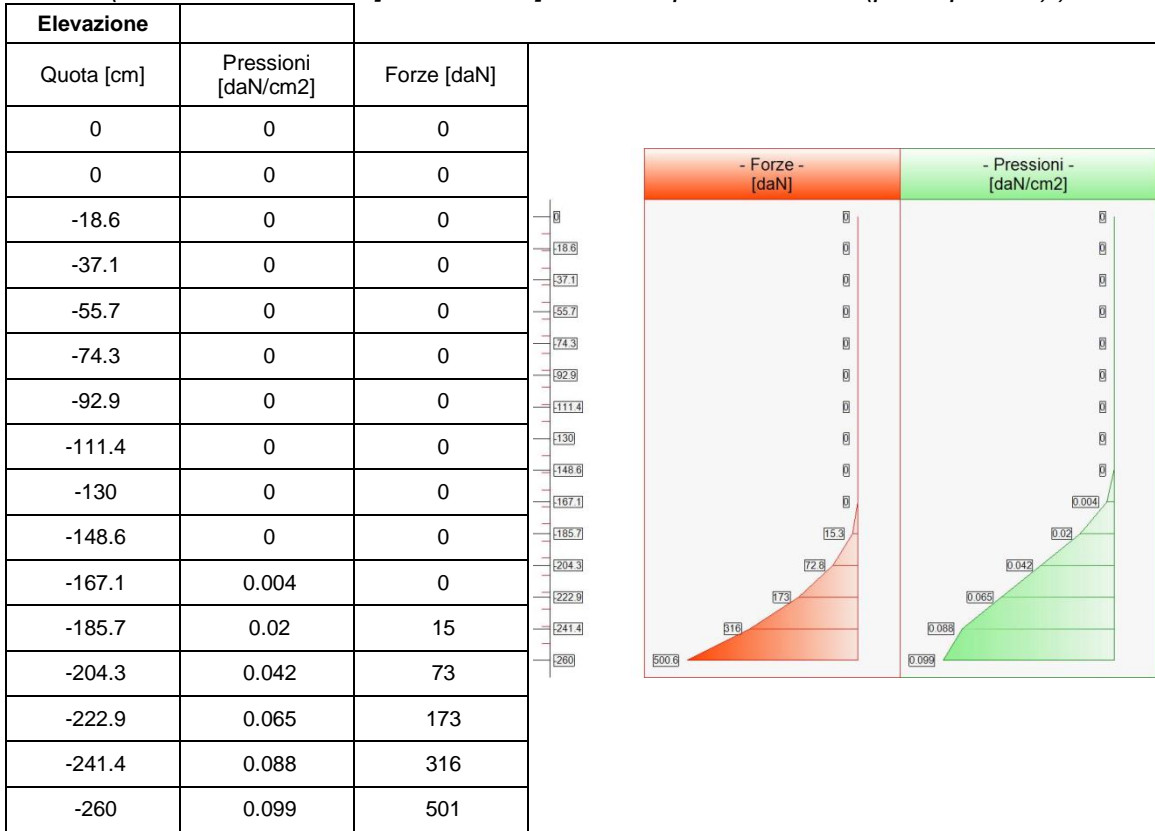
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 121 [cm]

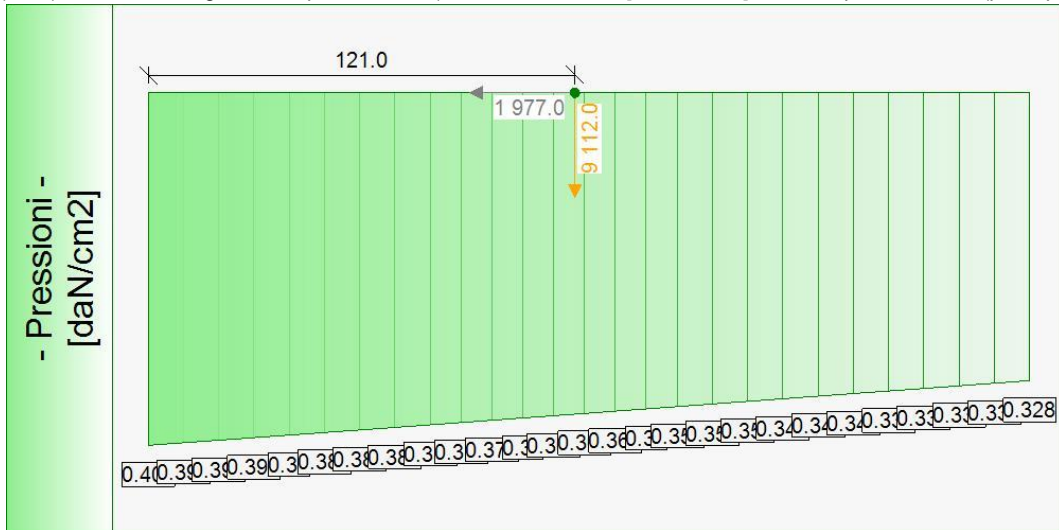
- forza orizzontale = 1977 [daN]

- forza verticale = 9112 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))



Pressioni sul terreno, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 501 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 161 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1790 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 575 [daN]

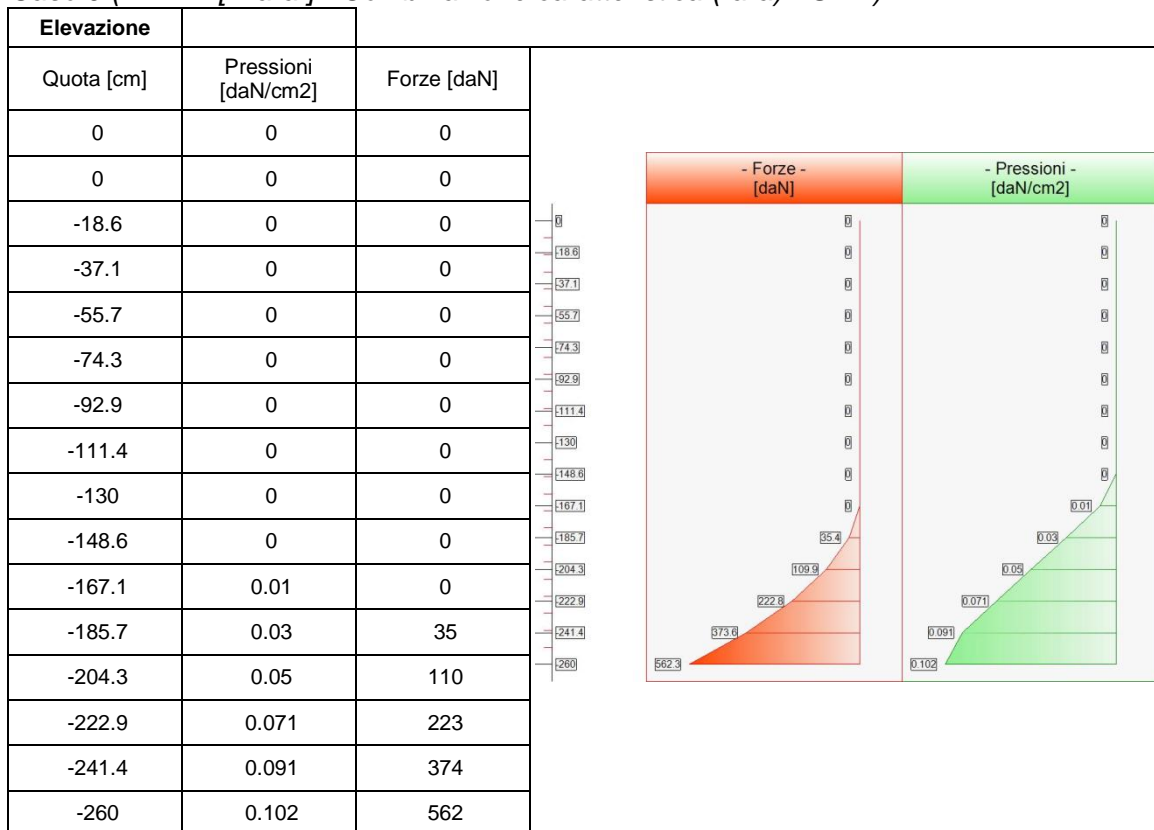
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 121 [cm]

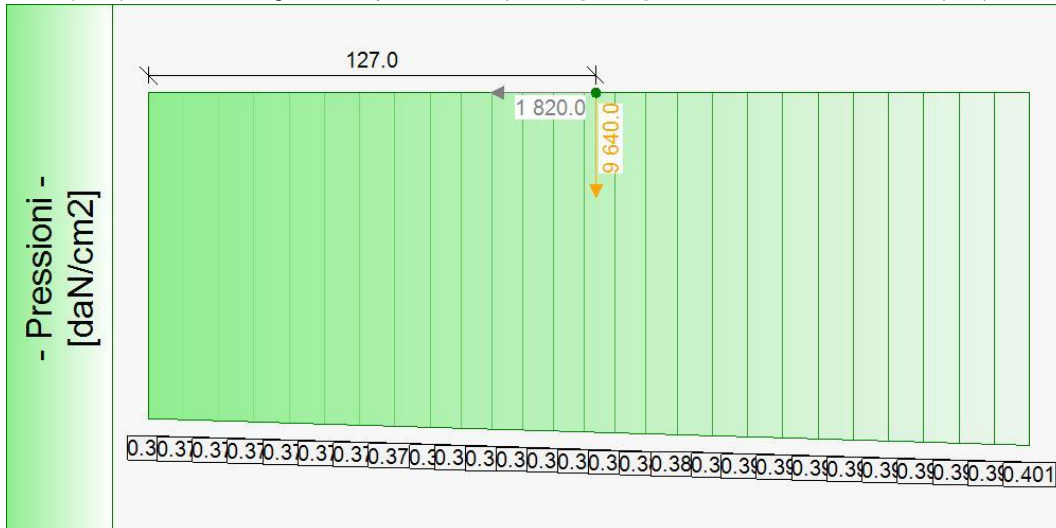
- forza verticale = 1977 [daN]

- forza verticale = 9112 [daN]

Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Pressioni sul terreno, per il Caso 9 (RARA [Caratteristica] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 562 [daN]

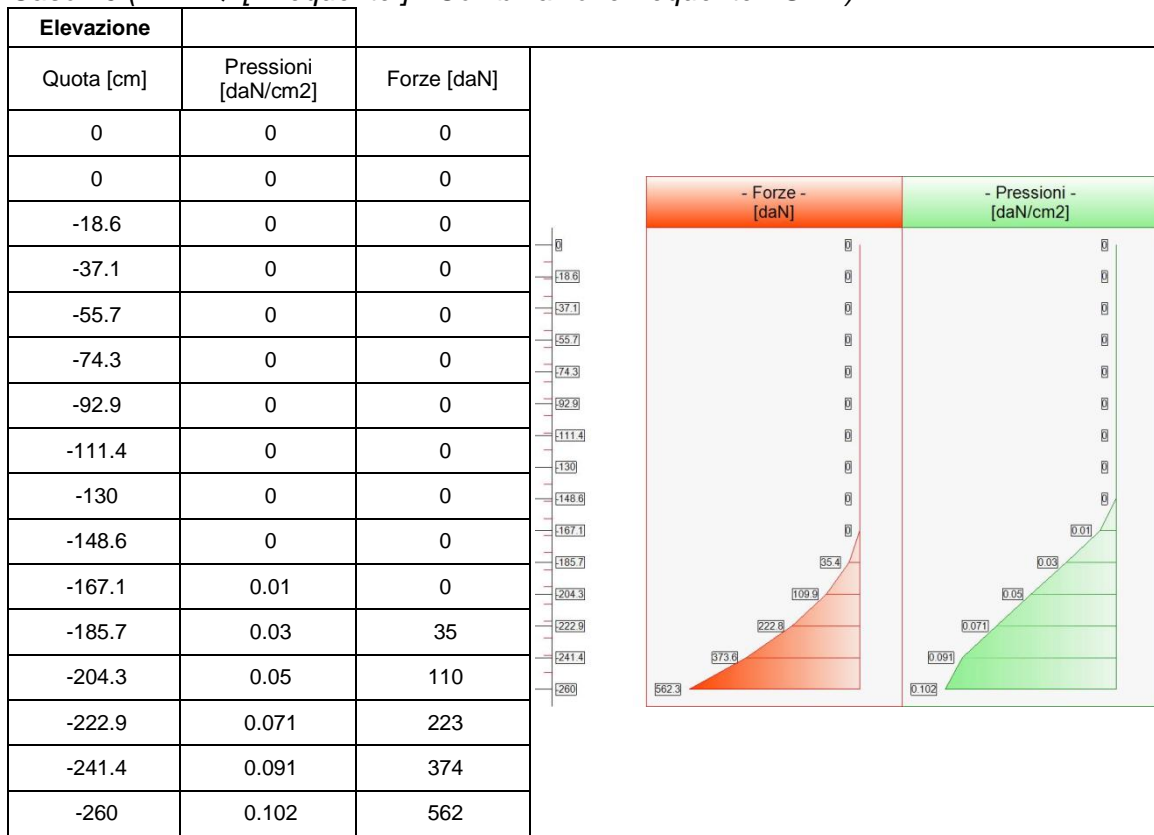


- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 221 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 1820 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 715 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 127 [cm]
- forza orizzontale = 1820 [daN]
- forza verticale = 9640 [daN]

Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)



Pressioni sul terreno, per il Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 562 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 221 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1820 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 715 [daN]

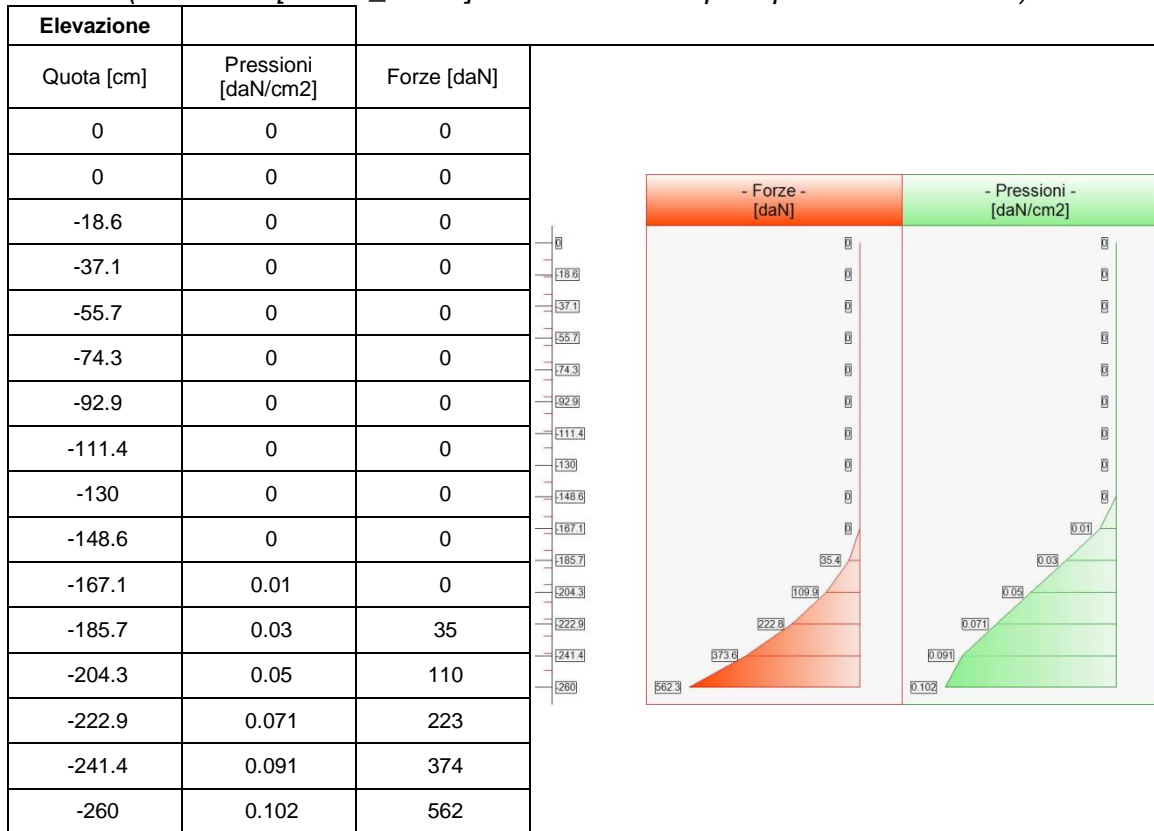
Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 127 [cm]

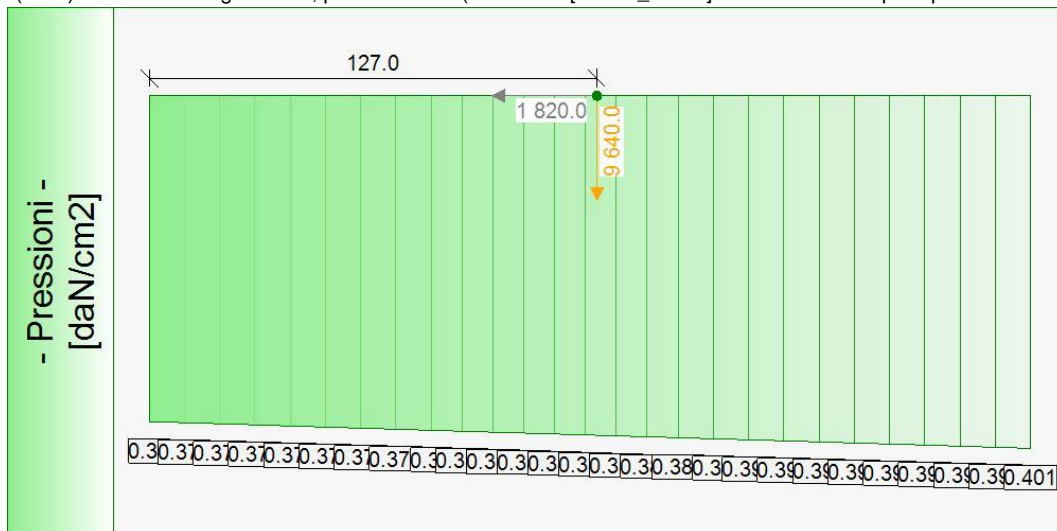
- forza orizzontale = 1820 [daN]

- forza verticale = 9640 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Pressioni sul terreno, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 562 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 221 [daN]



- altezza totale, forza orizzontale = 1820 [daN]

- altezza totale, forza verticale = 715 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 127 [cm]

- forza orizzontale = 1820 [daN]

- forza verticale = 9640 [daN]

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 100 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano soddisfatte, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | capacità portante | scorrimento | ribaltamento | FS strutturale Fusto (presso-flessione) | FS strutturale Fusto (taglio) | FS strutturale Fusto (tensione cis) | FS strutturale Fusto (tensione acciaio) | FS strutturale Fusto (apertura fessure) | FS strutturale Fondazione (flessione) | FS strutturale Fondazione (taglio) | FS strutturale Fondazione (tensione cis) | FS strutturale Fondazione (tensione acciaio) |
|----------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1 - STR(SLU) | 4.8 | 2.14 | --- | 100 | 32.23 | --- | --- | --- | 41.28 | 28.4 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | Stabile 2.86 (s.max.=0.1[cm]) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 6.19 | 1.96 | --- | 100 | 43.64 | --- | --- | --- | 51.77 | 36.48 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | 1.64 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | Stabile 3.15 (s.max.=0.1[cm]) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 6.13 | 2 | --- | 100 | 43.34 | --- | --- | --- | 50.93 | 35.87 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | 1.67 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | Stabile 3.25 (s.max.=0.1[cm]) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | --- | 100 | 100 | --- | --- | --- | 100 | 41.74 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 100 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | --- | 100 | --- | 100 | --- | --- | 100 | --- |

Muro Verificato

[Verifiche Superate]

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 101 di 129 |

4.7 MURO M06 ($H_{MAX} = 6,76 \text{ m}$ dal piano di fondazione)

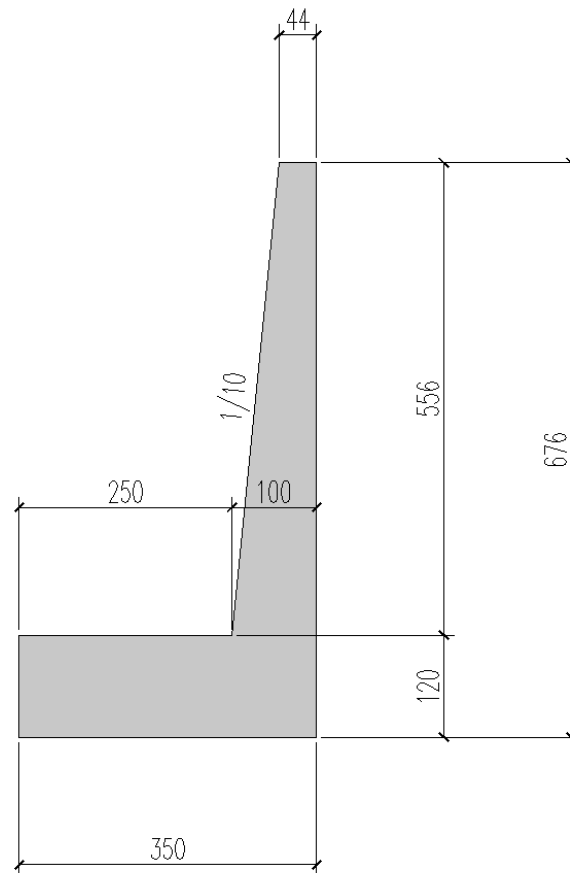


Figura 14 - Carpenteria Sezione ad altezza maggiore del Muro M04

Il muro M06 si trova nel tratto iniziale del suo sviluppo a tergo della berlinese sprovvista di tiranti mentre nel suo tratto finale si trova a tergo della berlinese che invece ne è provvista. La presenza della berlinese può essere assimilata ad un vincolo cedevole elasticamente in base alla propria rigidità. Per i dettagli strutturali della berlinese di micropali si rimanda alla relazione specifica.

Nella modellazione sono state indagate le seguenti situazioni limite:

- Falda a p.c. a monte e presenza di sovraccarico stradale e di sovraccarico del fabbricato, con quota fiume in secca (lato valle);

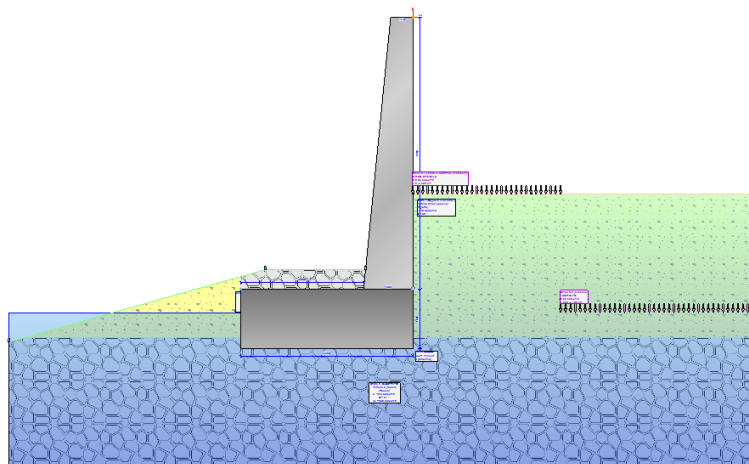


Figura 15 - Condizione limite 1 - Muro M06

- Quota fiume a “TR200” e nessun sovraccarico a monte

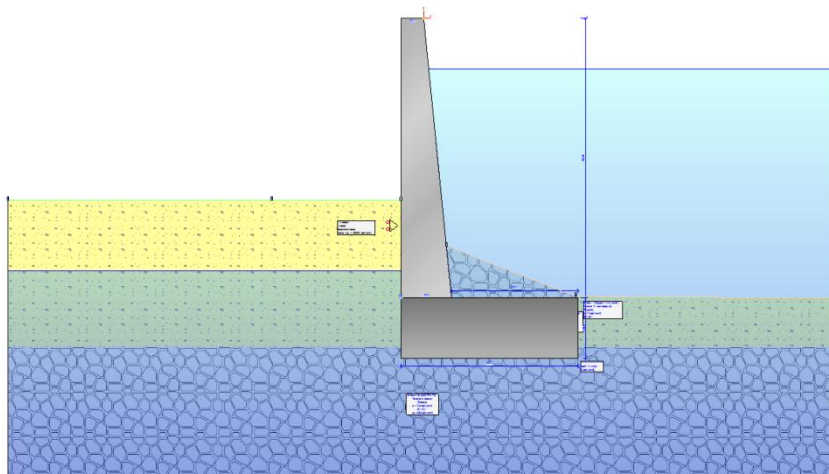


Figura 16 - Condizione limite 2 - Muro M06 (il modello è specchiato rispetto al precedente perché il programma di calcolo accetta solo spinte da dx verso sx)

- Tratto nella “zona a verde” con sovraccarico della folla

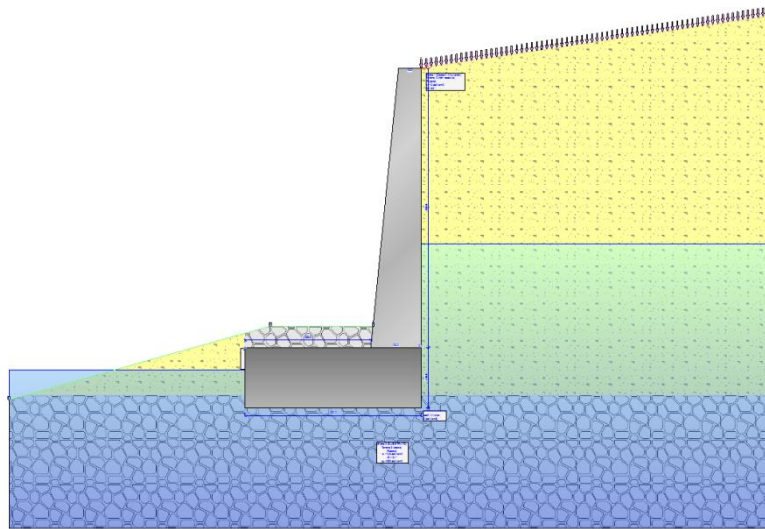


Figura 17 - Condizione limite 3 - Muro M06

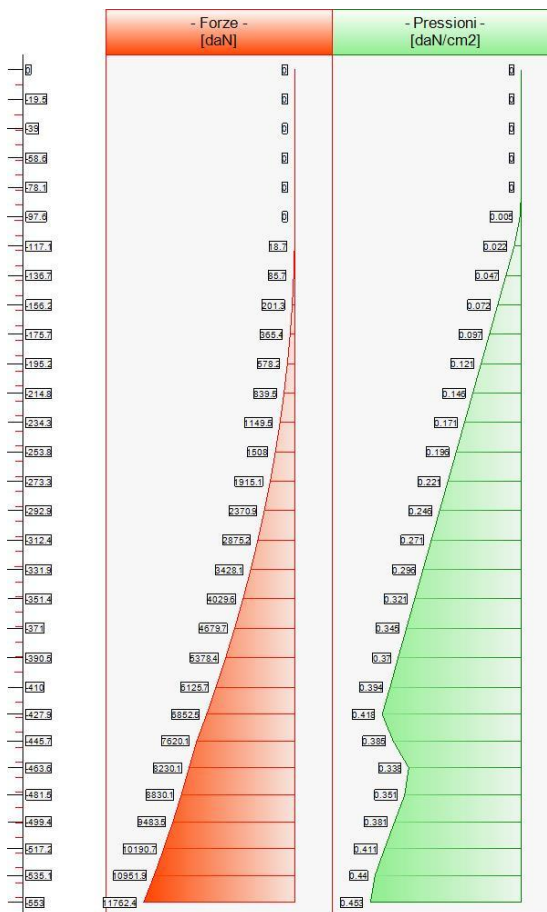
Dai risultati ottenuti si evince che la condizione limite più gravosa è la seconda, pertanto si riportano i risultati e le verifiche ad essa inerenti.

Verifiche geotecniche

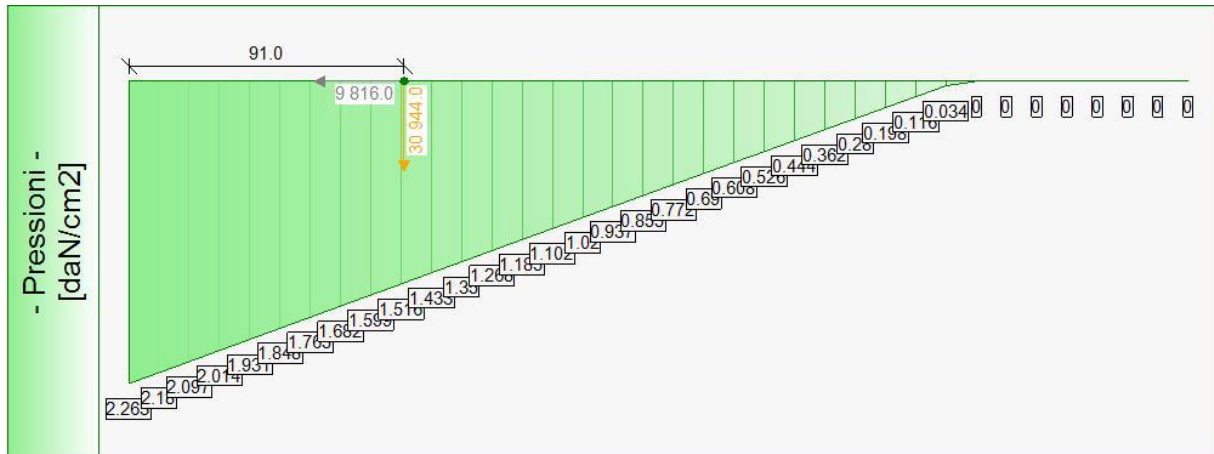
Diagrammi delle spinte e delle pressioni

Caso 1 STR_SLU

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| -19.5 | 0 | 0 |
| -39 | 0 | 0 |
| -58.6 | 0 | 0 |
| -78.1 | 0 | 0 |
| -97.6 | 0.005 | 0 |
| -117.1 | 0.022 | 19 |
| -136.7 | 0.047 | 86 |
| -156.2 | 0.072 | 201 |
| -175.7 | 0.097 | 365 |
| -195.2 | 0.121 | 578 |
| -214.8 | 0.146 | 840 |
| -234.3 | 0.171 | 1149 |
| -253.8 | 0.196 | 1508 |
| -273.3 | 0.221 | 1915 |
| -292.9 | 0.246 | 2371 |
| -312.4 | 0.271 | 2875 |
| -331.9 | 0.296 | 3428 |
| -351.4 | 0.321 | 4030 |
| -371 | 0.345 | 4680 |
| -390.5 | 0.37 | 5378 |
| -410 | 0.394 | 6126 |
| -427.9 | 0.418 | 6853 |
| -445.7 | 0.385 | 7620 |
| -463.6 | 0.338 | 8230 |
| -481.5 | 0.351 | 8830 |
| -499.4 | 0.381 | 9484 |
| -517.2 | 0.411 | 10191 |
| -535.1 | 0.44 | 10952 |
| -553 | 0.453 | 11762 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 1 (STR [SLU] - SLU_Str (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

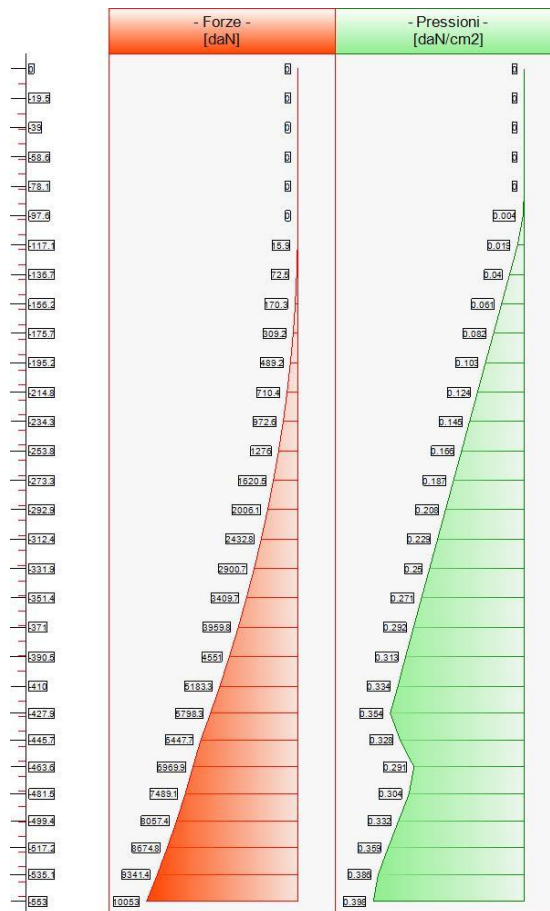
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 11762 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 2355 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 20744 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2938 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

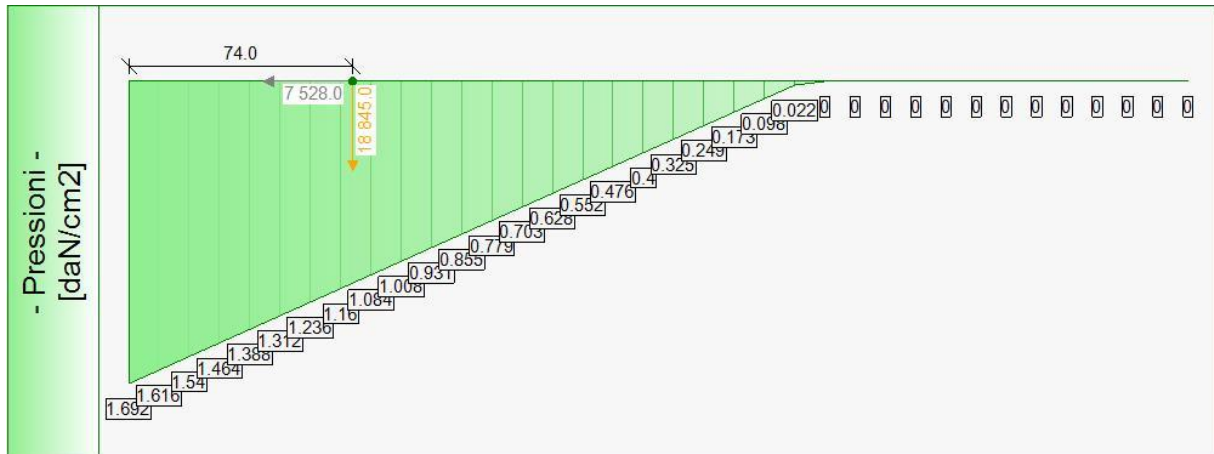
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 91 [cm]
- forza orizzontale = 9816 [daN]
- forza verticale = 30944 [daN]

Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| -19.5 | 0 | 0 |
| -39 | 0 | 0 |
| -58.6 | 0 | 0 |
| -78.1 | 0 | 0 |
| -97.6 | 0.004 | 0 |
| -117.1 | 0.019 | 16 |
| -136.7 | 0.04 | 73 |
| -156.2 | 0.061 | 170 |
| -175.7 | 0.082 | 309 |
| -195.2 | 0.103 | 489 |
| -214.8 | 0.124 | 710 |
| -234.3 | 0.145 | 973 |
| -253.8 | 0.166 | 1276 |
| -273.3 | 0.187 | 1620 |
| -292.9 | 0.208 | 2006 |
| -312.4 | 0.229 | 2433 |
| -331.9 | 0.25 | 2901 |
| -351.4 | 0.271 | 3410 |
| -371 | 0.292 | 3960 |
| -390.5 | 0.313 | 4551 |
| -410 | 0.334 | 5183 |
| -427.9 | 0.354 | 5798 |
| -445.7 | 0.328 | 6448 |
| -463.6 | 0.291 | 6970 |
| -481.5 | 0.304 | 7489 |
| -499.4 | 0.332 | 8057 |
| -517.2 | 0.359 | 8675 |
| -535.1 | 0.386 | 9341 |
| -553 | 0.398 | 10053 |



Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))



Pressioni sul terreno, per il Caso 2 (EQU [SLU_EQU] - SLU_Equ (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

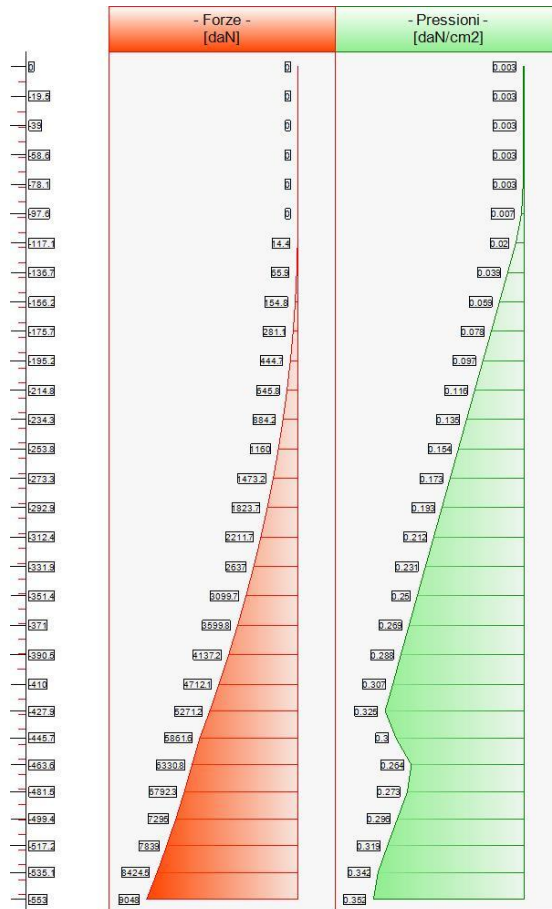
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 10053 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1831 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 17561 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2017 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 74 [cm]
- forza orizzontale = 7528 [daN]
- forza verticale = 18845 [daN]

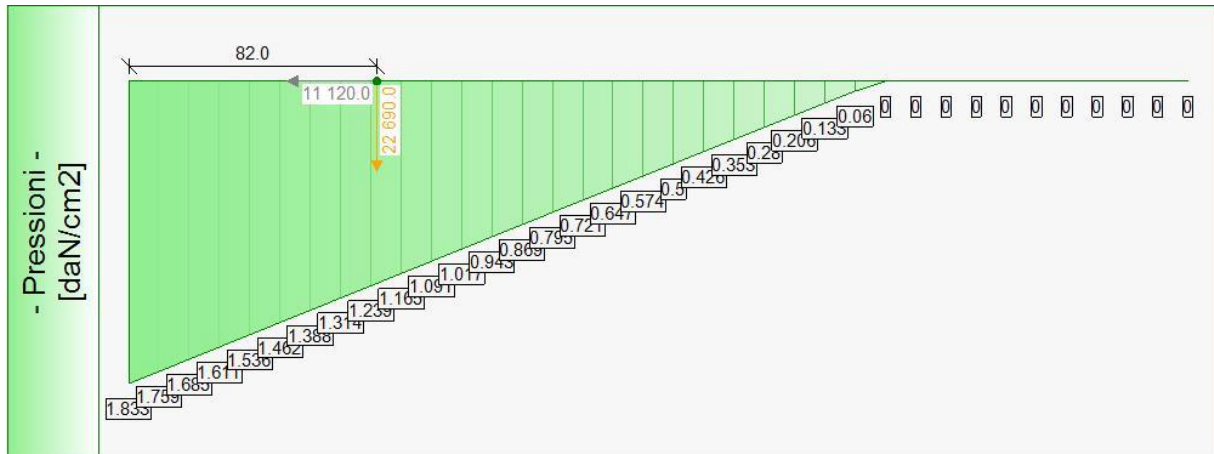
Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0.003 | 0 |
| 0 | 0.003 | 0 |
| -19.5 | 0.003 | 0 |
| -39 | 0.003 | 0 |
| -58.6 | 0.003 | 0 |
| -78.1 | 0.003 | 0 |
| -97.6 | 0.007 | 0 |
| -117.1 | 0.02 | 14 |
| -136.7 | 0.039 | 66 |
| -156.2 | 0.059 | 155 |
| -175.7 | 0.078 | 281 |
| -195.2 | 0.097 | 445 |
| -214.8 | 0.116 | 646 |
| -234.3 | 0.135 | 884 |
| -253.8 | 0.154 | 1160 |
| -273.3 | 0.173 | 1473 |
| -292.9 | 0.193 | 1824 |
| -312.4 | 0.212 | 2212 |
| -331.9 | 0.231 | 2637 |
| -351.4 | 0.25 | 3100 |
| -371 | 0.269 | 3600 |
| -390.5 | 0.288 | 4137 |
| -410 | 0.307 | 4712 |
| -427.9 | 0.325 | 5271 |
| -445.7 | 0.3 | 5862 |
| -463.6 | 0.264 | 6331 |
| -481.5 | 0.273 | 6792 |
| -499.4 | 0.296 | 7295 |
| -517.2 | 0.319 | 7839 |
| -535.1 | 0.342 | 8425 |
| -553 | 0.352 | 9048 |



Forze e Pressioni lungo il paramento verticale e fondazione, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))

Pressioni sul terreno, per il Caso 3 (STR_SISMA_SU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Su (appr.2))



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

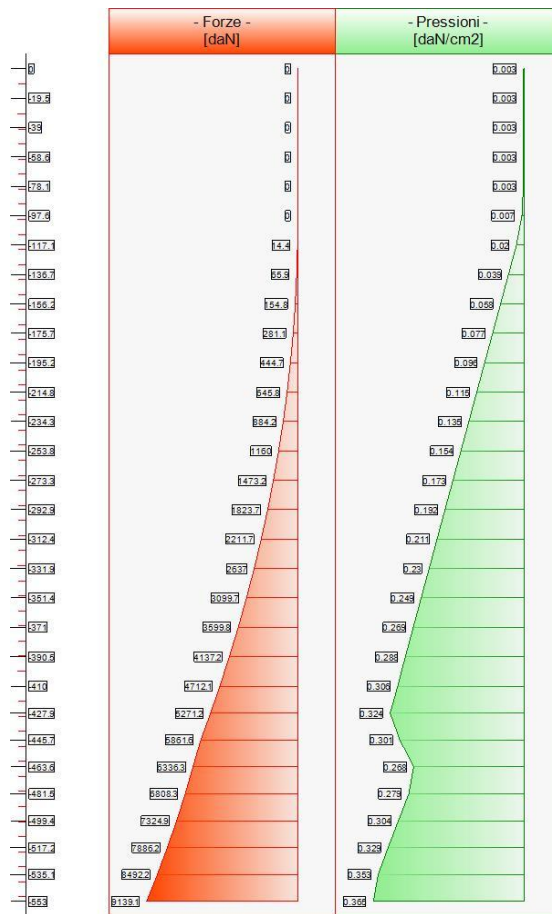
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9240 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1888 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18489 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3191 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

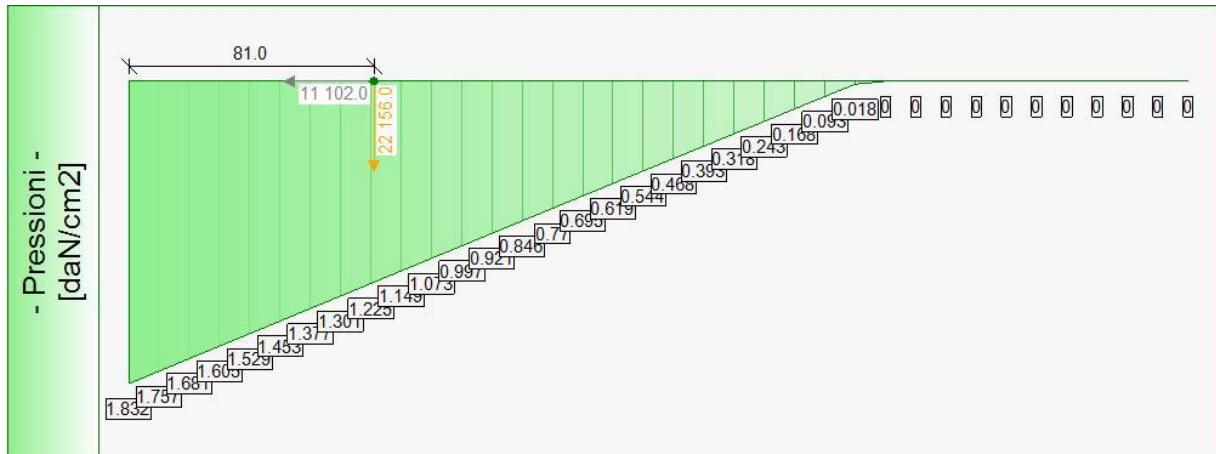
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 82 [cm]
- forza orizzontale = 11120 [daN]
- forza verticale = 22690 [daN]

Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0.003 | 0 |
| 0 | 0.003 | 0 |
| -19.5 | 0.003 | 0 |
| -39 | 0.003 | 0 |
| -58.6 | 0.003 | 0 |
| -78.1 | 0.003 | 0 |
| -97.6 | 0.007 | 0 |
| -117.1 | 0.02 | 14 |
| -136.7 | 0.039 | 66 |
| -156.2 | 0.058 | 155 |
| -175.7 | 0.077 | 281 |
| -195.2 | 0.096 | 445 |
| -214.8 | 0.115 | 646 |
| -234.3 | 0.135 | 884 |
| -253.8 | 0.154 | 1160 |
| -273.3 | 0.173 | 1473 |
| -292.9 | 0.192 | 1824 |
| -312.4 | 0.211 | 2212 |
| -331.9 | 0.23 | 2637 |
| -351.4 | 0.249 | 3100 |
| -371 | 0.269 | 3600 |
| -390.5 | 0.288 | 4137 |
| -410 | 0.306 | 4712 |
| -427.9 | 0.324 | 5271 |
| -445.7 | 0.301 | 5862 |
| -463.6 | 0.268 | 6336 |
| -481.5 | 0.279 | 6808 |
| -499.4 | 0.304 | 7325 |
| -517.2 | 0.329 | 7886 |
| -535.1 | 0.353 | 8492 |
| -553 | 0.365 | 9139 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 4 (GEO_SISMA_SU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Su (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

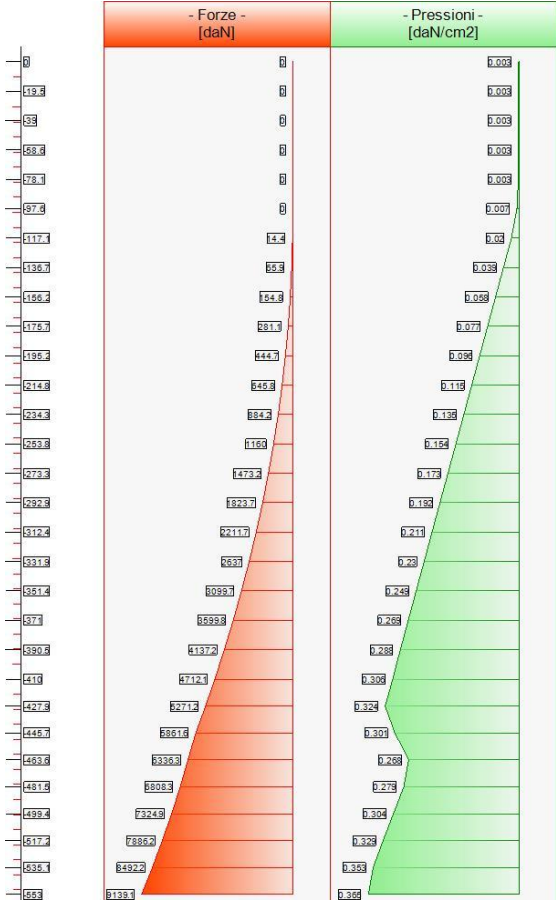
| | | |
|---|---|-------------|
| - attacco fusto - fondazione, forza orizzontale | = | 9296 [daN] |
| - attacco fusto - fondazione, forza verticale | = | 1718 [daN] |
| - altezza totale, forza orizzontale | = | 18691 [daN] |
| - altezza totale, forza verticale | = | 2657 [daN] |

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

| | | |
|--|---|-------------|
| - distanza dal bordo fondazione lato valle | = | 81 [cm] |
| - forza orizzontale | = | 11102 [daN] |
| - forza verticale | = | 22156 [daN] |

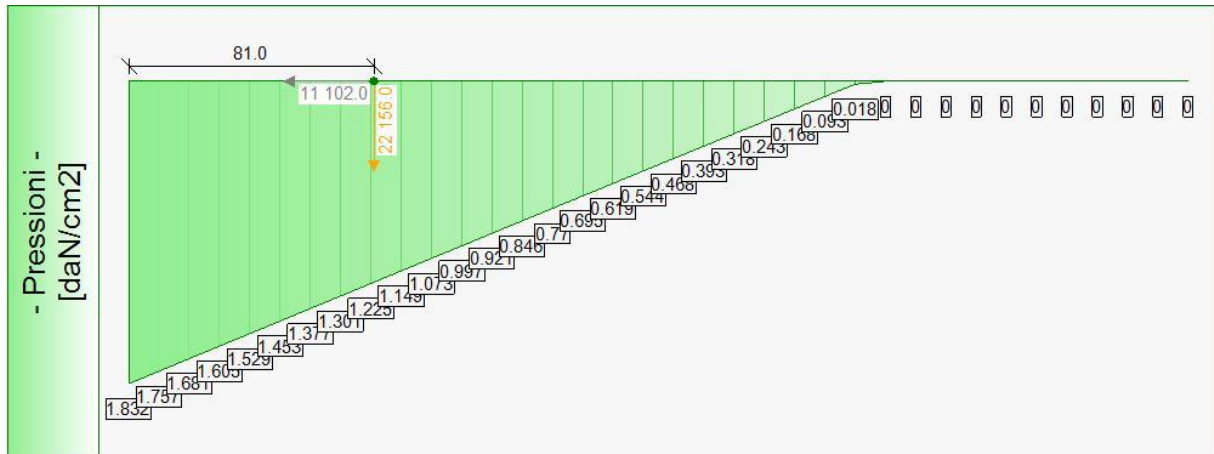
Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

| Elevazione | | | |
|------------|----------------------------------|-------------|--|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] | |
| 0 | 0.003 | 0 | |
| 0 | 0.003 | 0 | |
| -19.5 | 0.003 | 0 | |
| -39 | 0.003 | 0 | |
| -58.6 | 0.003 | 0 | |
| -78.1 | 0.003 | 0 | |
| -97.6 | 0.007 | 0 | |
| -117.1 | 0.02 | 14 | |
| -136.7 | 0.039 | 66 | |
| -156.2 | 0.058 | 155 | |
| -175.7 | 0.077 | 281 | |
| -195.2 | 0.096 | 445 | |
| -214.8 | 0.115 | 646 | |
| -234.3 | 0.135 | 884 | |
| -253.8 | 0.154 | 1160 | |
| -273.3 | 0.173 | 1473 | |
| -292.9 | 0.192 | 1824 | |
| -312.4 | 0.211 | 2212 | |
| -331.9 | 0.23 | 2637 | |
| -351.4 | 0.249 | 3100 | |
| -371 | 0.269 | 3600 | |
| -390.5 | 0.288 | 4137 | |
| -410 | 0.306 | 4712 | |
| -427.9 | 0.324 | 5271 | |
| -445.7 | 0.301 | 5862 | |
| -463.6 | 0.268 | 6336 | |
| -481.5 | 0.279 | 6808 | |
| -499.4 | 0.304 | 7325 | |
| -517.2 | 0.329 | 7886 | |
| -535.1 | 0.353 | 8492 | |
| -553 | 0.365 | 9139 | |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))

Pressioni sul terreno, per il Caso 5 (EQU_SISMA_SU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Su (per equilibrio))



Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

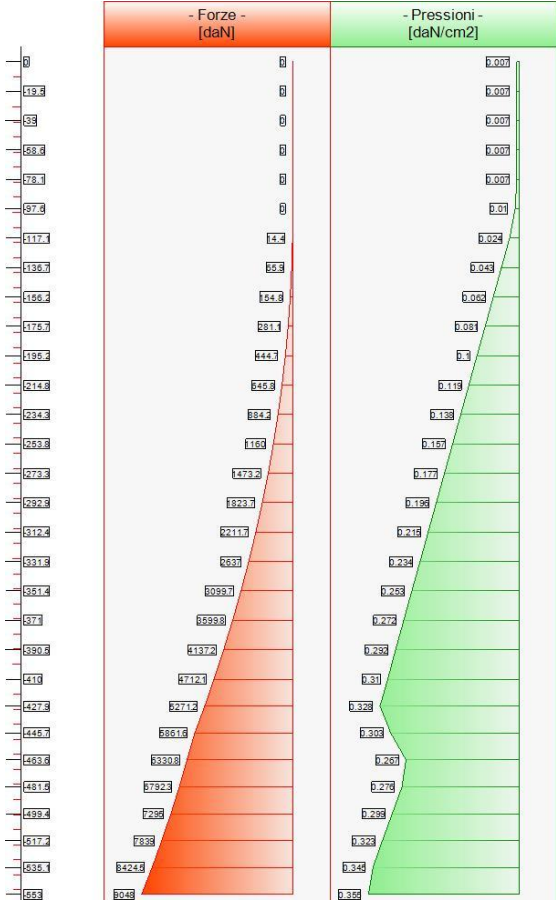
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9296 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1718 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18691 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2657 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

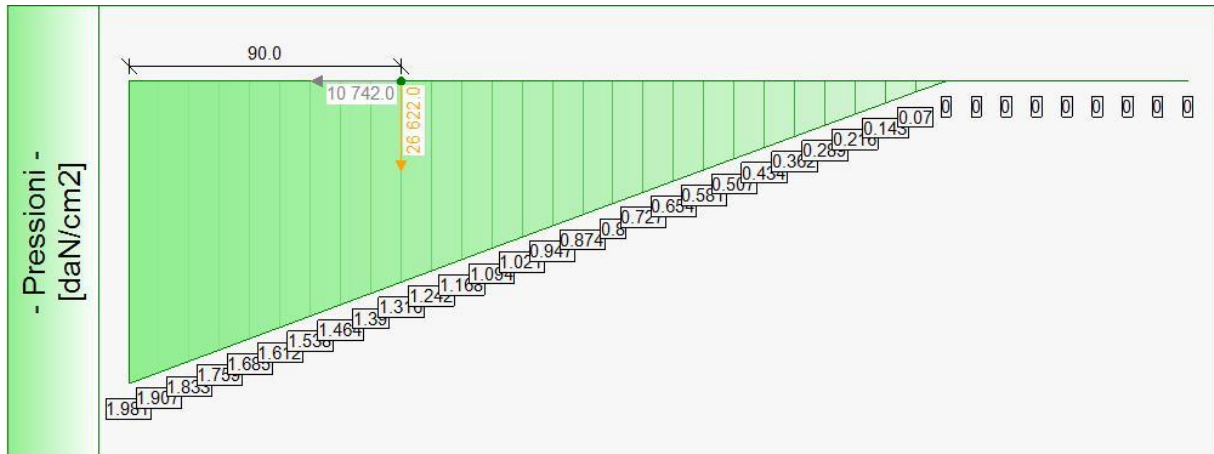
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 81 [cm]
- forza orizzontale = 11102 [daN]
- forza verticale = 22156 [daN]

Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0.007 | 0 |
| 0 | 0.007 | 0 |
| -19.5 | 0.007 | 0 |
| -39 | 0.007 | 0 |
| -58.6 | 0.007 | 0 |
| -78.1 | 0.007 | 0 |
| -97.6 | 0.01 | 0 |
| -117.1 | 0.024 | 14 |
| -136.7 | 0.043 | 66 |
| -156.2 | 0.062 | 155 |
| -175.7 | 0.081 | 281 |
| -195.2 | 0.1 | 445 |
| -214.8 | 0.119 | 646 |
| -234.3 | 0.138 | 884 |
| -253.8 | 0.157 | 1160 |
| -273.3 | 0.177 | 1473 |
| -292.9 | 0.196 | 1824 |
| -312.4 | 0.215 | 2212 |
| -331.9 | 0.234 | 2637 |
| -351.4 | 0.253 | 3100 |
| -371 | 0.272 | 3600 |
| -390.5 | 0.292 | 4137 |
| -410 | 0.31 | 4712 |
| -427.9 | 0.328 | 5271 |
| -445.7 | 0.303 | 5862 |
| -463.6 | 0.267 | 6331 |
| -481.5 | 0.276 | 6792 |
| -499.4 | 0.299 | 7295 |
| -517.2 | 0.323 | 7839 |
| -535.1 | 0.345 | 8425 |
| -553 | 0.355 | 9048 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 6 (STR_SISMA_GIU [SLU] - SLU_Str_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

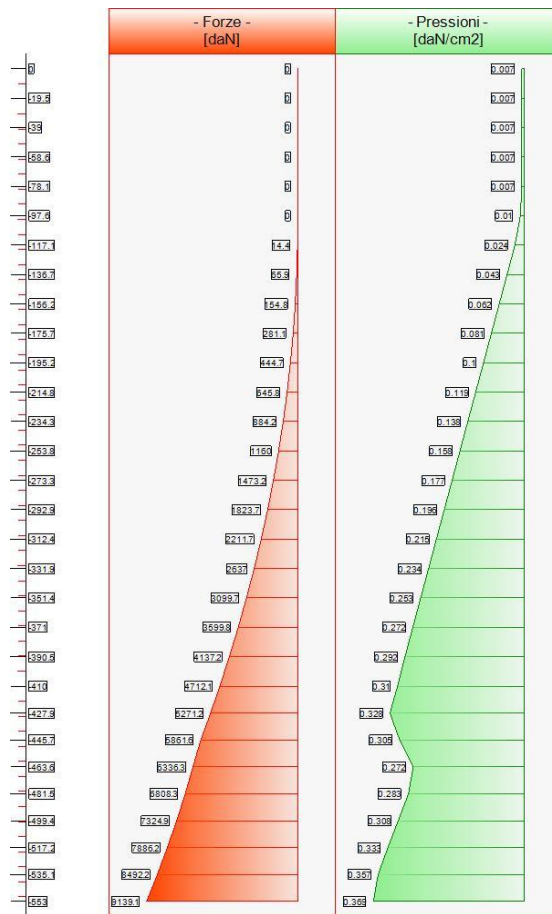
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9416 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1958 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18076 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 3035 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

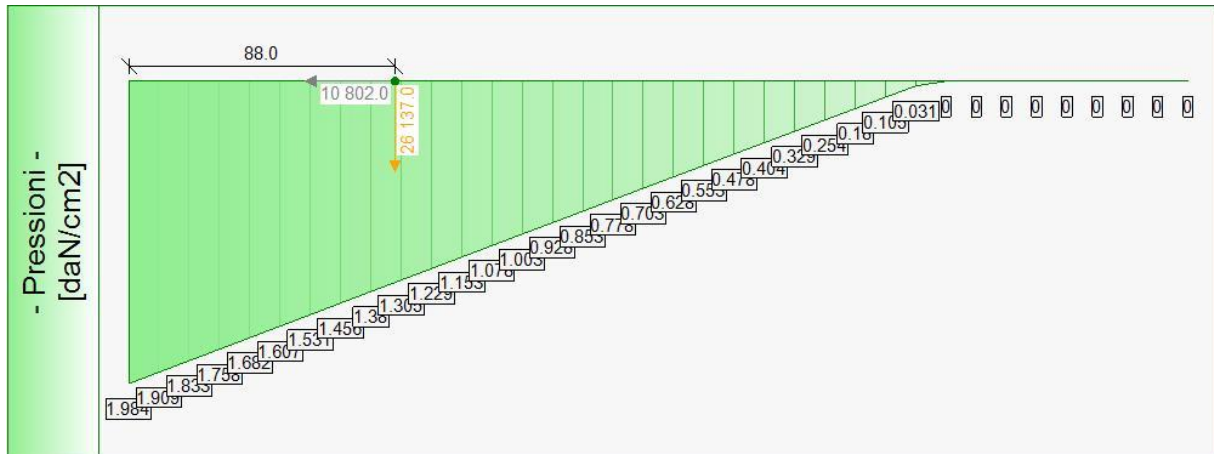
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 90 [cm]
- forza orizzontale = 10742 [daN]
- forza verticale = 26622 [daN]

Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0.007 | 0 |
| 0 | 0.007 | 0 |
| -19.5 | 0.007 | 0 |
| -39 | 0.007 | 0 |
| -58.6 | 0.007 | 0 |
| -78.1 | 0.007 | 0 |
| -97.6 | 0.01 | 0 |
| -117.1 | 0.024 | 14 |
| -136.7 | 0.043 | 66 |
| -156.2 | 0.062 | 155 |
| -175.7 | 0.081 | 281 |
| -195.2 | 0.1 | 445 |
| -214.8 | 0.119 | 646 |
| -234.3 | 0.138 | 884 |
| -253.8 | 0.158 | 1160 |
| -273.3 | 0.177 | 1473 |
| -292.9 | 0.196 | 1824 |
| -312.4 | 0.215 | 2212 |
| -331.9 | 0.234 | 2637 |
| -351.4 | 0.253 | 3100 |
| -371 | 0.272 | 3600 |
| -390.5 | 0.292 | 4137 |
| -410 | 0.31 | 4712 |
| -427.9 | 0.328 | 5271 |
| -445.7 | 0.305 | 5862 |
| -463.6 | 0.272 | 6336 |
| -481.5 | 0.283 | 6808 |
| -499.4 | 0.308 | 7325 |
| -517.2 | 0.333 | 7886 |
| -535.1 | 0.357 | 8492 |
| -553 | 0.369 | 9139 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))



Pressioni sul terreno, per il Caso 7 (GEO_SISMA_GIU [SLU_GEO] - SLU_Geo_Sisma_Giu (appr.2))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

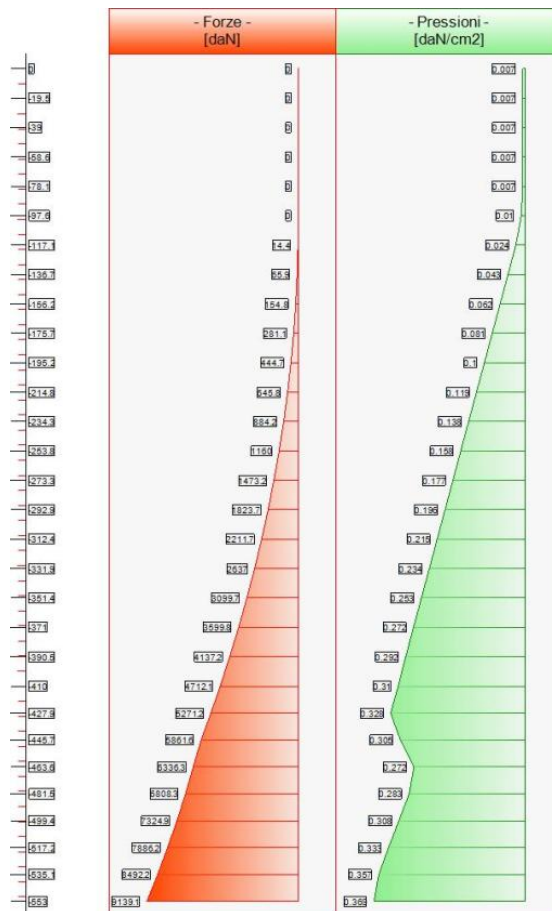
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9510 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1791 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18346 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2551 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

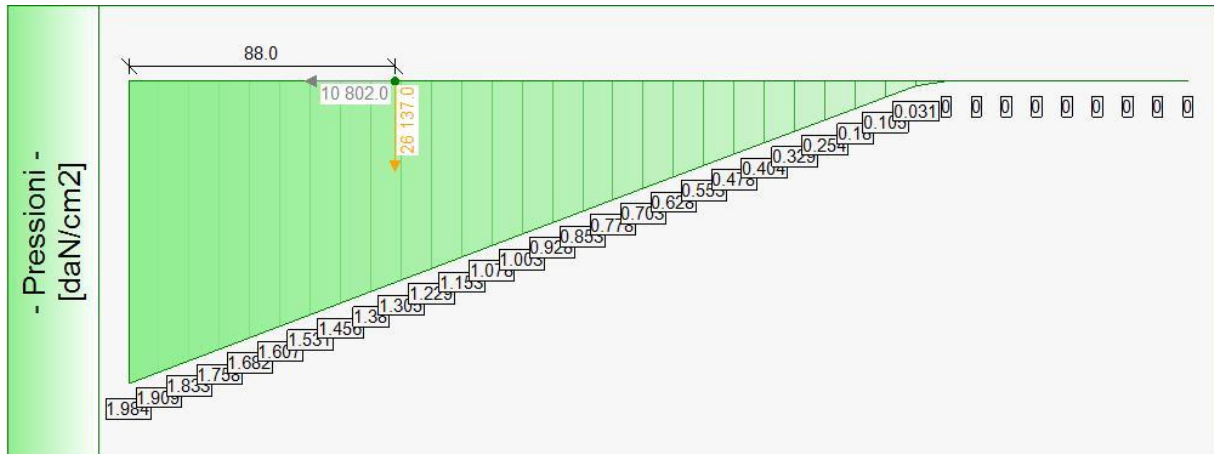
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 88 [cm]
- forza orizzontale = 10802 [daN]
- forza verticale = 26137 [daN]

Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0.007 | 0 |
| 0 | 0.007 | 0 |
| -19.5 | 0.007 | 0 |
| -39 | 0.007 | 0 |
| -58.6 | 0.007 | 0 |
| -78.1 | 0.007 | 0 |
| -97.6 | 0.01 | 0 |
| -117.1 | 0.024 | 14 |
| -136.7 | 0.043 | 66 |
| -156.2 | 0.062 | 155 |
| -175.7 | 0.081 | 281 |
| -195.2 | 0.1 | 445 |
| -214.8 | 0.119 | 646 |
| -234.3 | 0.138 | 884 |
| -253.8 | 0.158 | 1160 |
| -273.3 | 0.177 | 1473 |
| -292.9 | 0.196 | 1824 |
| -312.4 | 0.215 | 2212 |
| -331.9 | 0.234 | 2637 |
| -351.4 | 0.253 | 3100 |
| -371 | 0.272 | 3600 |
| -390.5 | 0.292 | 4137 |
| -410 | 0.31 | 4712 |
| -427.9 | 0.328 | 5271 |
| -445.7 | 0.305 | 5862 |
| -463.6 | 0.272 | 6336 |
| -481.5 | 0.283 | 6808 |
| -499.4 | 0.308 | 7325 |
| -517.2 | 0.333 | 7886 |
| -535.1 | 0.357 | 8492 |
| -553 | 0.369 | 9139 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))



Pressioni sul terreno, per il Caso 8 (EQU_SISMA_GIU [SLU_EQU] - SLU_Equ_Sisma_Giu (per equilibrio))

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

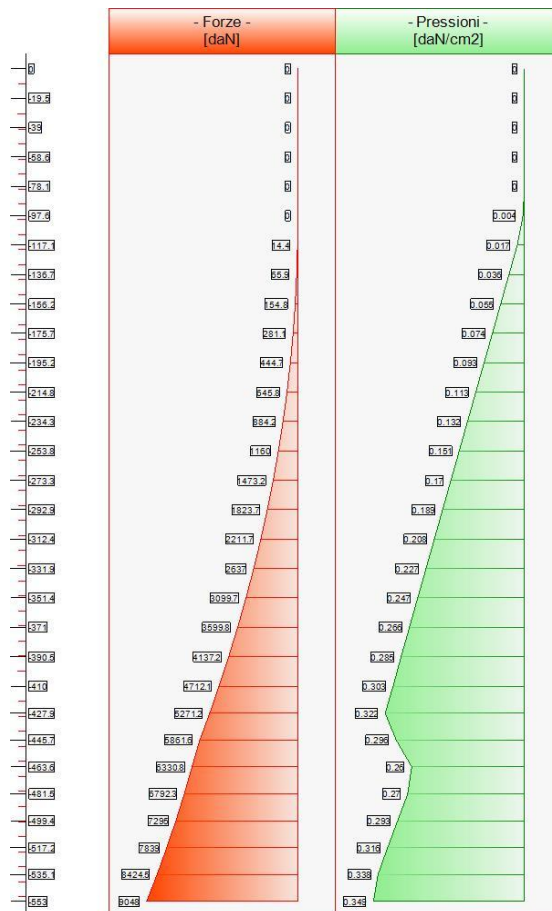
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9510 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1791 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 18346 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2551 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

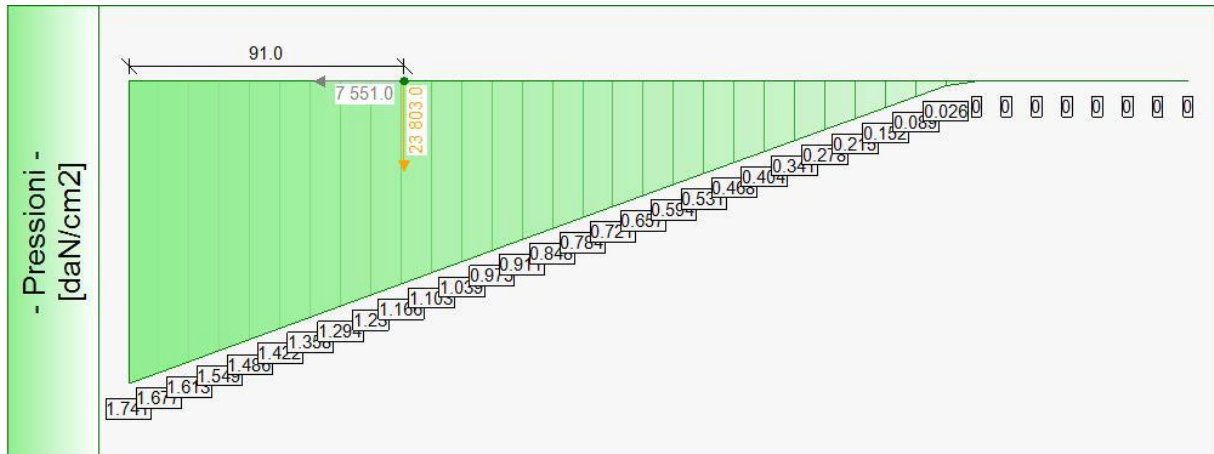
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 88 [cm]
- forza orizzontale = 10802 [daN]
- forza verticale = 26137 [daN]

Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| -19.5 | 0 | 0 |
| -39 | 0 | 0 |
| -58.6 | 0 | 0 |
| -78.1 | 0 | 0 |
| -97.6 | 0.004 | 0 |
| -117.1 | 0.017 | 14 |
| -136.7 | 0.036 | 66 |
| -156.2 | 0.055 | 155 |
| -175.7 | 0.074 | 281 |
| -195.2 | 0.093 | 445 |
| -214.8 | 0.113 | 646 |
| -234.3 | 0.132 | 884 |
| -253.8 | 0.151 | 1160 |
| -273.3 | 0.17 | 1473 |
| -292.9 | 0.189 | 1824 |
| -312.4 | 0.208 | 2212 |
| -331.9 | 0.227 | 2637 |
| -351.4 | 0.247 | 3100 |
| -371 | 0.266 | 3600 |
| -390.5 | 0.285 | 4137 |
| -410 | 0.303 | 4712 |
| -427.9 | 0.322 | 5271 |
| -445.7 | 0.296 | 5862 |
| -463.6 | 0.26 | 6331 |
| -481.5 | 0.27 | 6792 |
| -499.4 | 0.293 | 7295 |
| -517.2 | 0.316 | 7839 |
| -535.1 | 0.338 | 8425 |
| -553 | 0.349 | 9048 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 9 (RARA [Rara] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)



Pressioni sul terreno, per il Caso 9 (RARA [Caratteristica] - Combinazione caratteristica (rara) - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

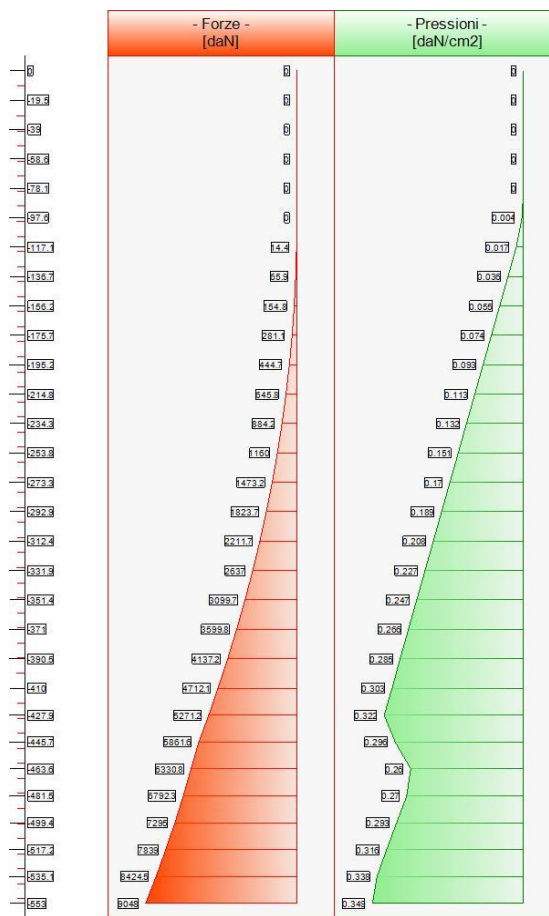
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9048 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1811 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15980 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2260 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

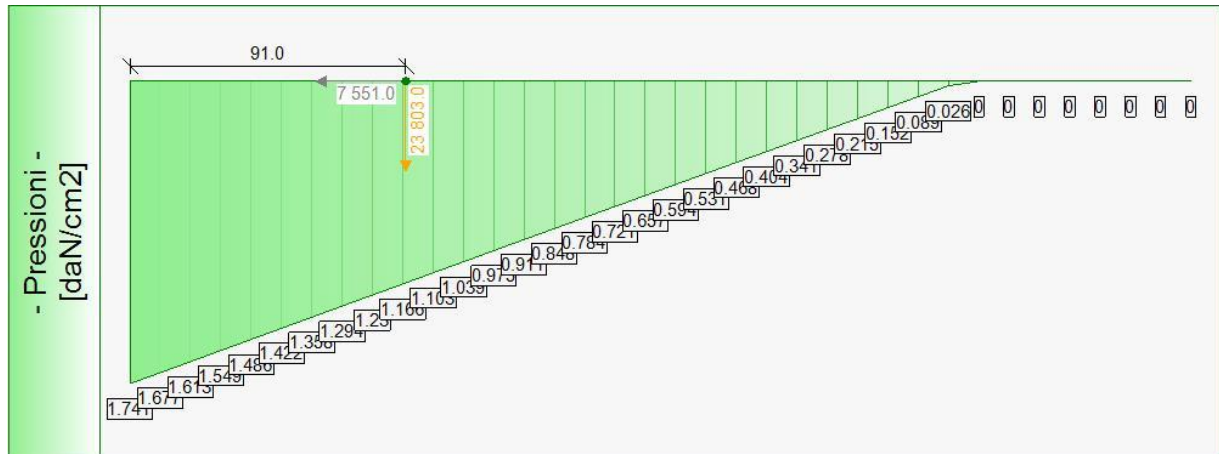
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 91 [cm]
- forza orizzontale = 7551 [daN]
- forza verticale = 23803 [daN]

Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| -19.5 | 0 | 0 |
| -39 | 0 | 0 |
| -58.6 | 0 | 0 |
| -78.1 | 0 | 0 |
| -97.6 | 0.004 | 0 |
| -117.1 | 0.017 | 14 |
| -136.7 | 0.036 | 66 |
| -156.2 | 0.055 | 155 |
| -175.7 | 0.074 | 281 |
| -195.2 | 0.093 | 445 |
| -214.8 | 0.113 | 646 |
| -234.3 | 0.132 | 884 |
| -253.8 | 0.151 | 1160 |
| -273.3 | 0.17 | 1473 |
| -292.9 | 0.189 | 1824 |
| -312.4 | 0.208 | 2212 |
| -331.9 | 0.227 | 2637 |
| -351.4 | 0.247 | 3100 |
| -371 | 0.266 | 3600 |
| -390.5 | 0.285 | 4137 |
| -410 | 0.303 | 4712 |
| -427.9 | 0.322 | 5271 |
| -445.7 | 0.296 | 5862 |
| -463.6 | 0.26 | 6331 |
| -481.5 | 0.27 | 6792 |
| -499.4 | 0.293 | 7295 |
| -517.2 | 0.316 | 7839 |
| -535.1 | 0.338 | 8425 |
| -553 | 0.349 | 9048 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 10 (*FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE*)



Pressioni sul terreno, per il Caso 10 (FREQ. [Frequente] - Combinazione frequente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

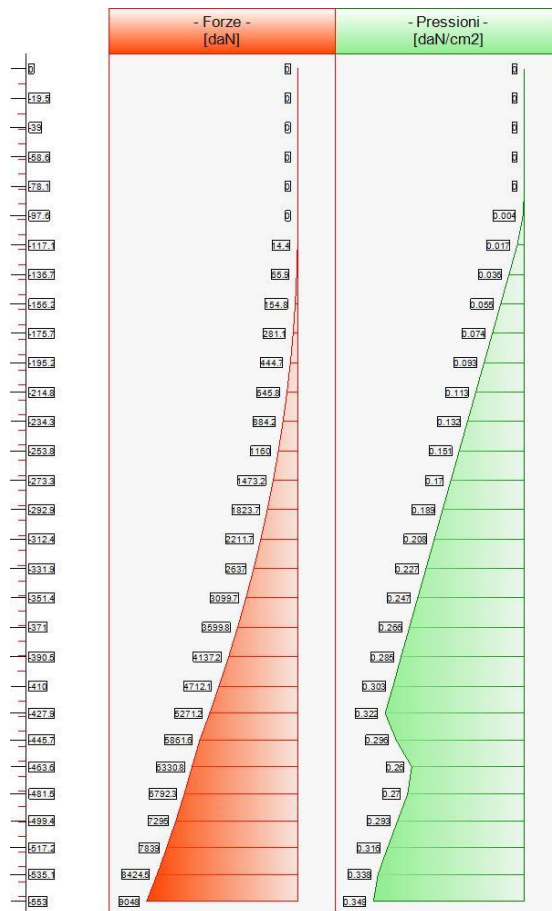
- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9048 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1811 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15980 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2260 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

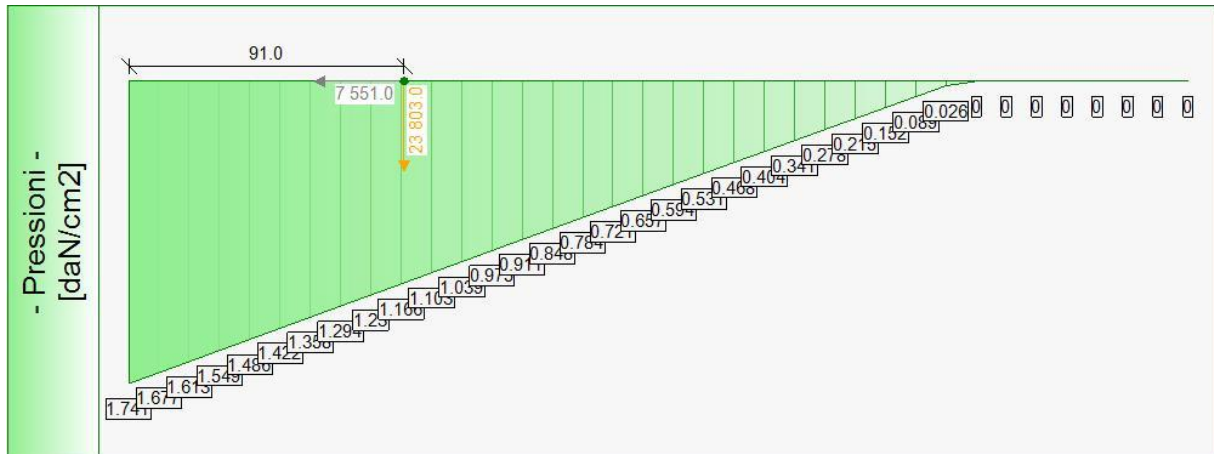
- distanza dal bordo fondazione lato valle = 91 [cm]
- forza orizzontale = 7551 [daN]
- forza verticale = 23803 [daN]

Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

| Elevazione | | |
|------------|----------------------------------|-------------|
| Quota [cm] | Pressioni [daN/cm ²] | Forze [daN] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| -19.5 | 0 | 0 |
| -39 | 0 | 0 |
| -58.6 | 0 | 0 |
| -78.1 | 0 | 0 |
| -97.6 | 0.004 | 0 |
| -117.1 | 0.017 | 14 |
| -136.7 | 0.036 | 66 |
| -156.2 | 0.055 | 155 |
| -175.7 | 0.074 | 281 |
| -195.2 | 0.093 | 445 |
| -214.8 | 0.113 | 646 |
| -234.3 | 0.132 | 884 |
| -253.8 | 0.151 | 1160 |
| -273.3 | 0.17 | 1473 |
| -292.9 | 0.189 | 1824 |
| -312.4 | 0.208 | 2212 |
| -331.9 | 0.227 | 2637 |
| -351.4 | 0.247 | 3100 |
| -371 | 0.266 | 3600 |
| -390.5 | 0.285 | 4137 |
| -410 | 0.303 | 4712 |
| -427.9 | 0.322 | 5271 |
| -445.7 | 0.296 | 5862 |
| -463.6 | 0.26 | 6331 |
| -481.5 | 0.27 | 6792 |
| -499.4 | 0.293 | 7295 |
| -517.2 | 0.316 | 7839 |
| -535.1 | 0.338 | 8425 |
| -553 | 0.349 | 9048 |



Forze (totali) e Pressioni lungo il fusto, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)



Pressioni sul terreno, per il Caso 11 (Q.PERM. [Quasi_Perm] - Combinazione quasi permanente - SLE)

Risultante delle spinte sul muro (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- attacco fusto - fondazione, forza orizzontale = 9048 [daN]
- attacco fusto - fondazione, forza verticale = 1811 [daN]
- altezza totale, forza orizzontale = 15980 [daN]
- altezza totale, forza verticale = 2260 [daN]

Risultante delle pressioni sulla fondazione (valori da intendersi a modulo di calcolo (100.0 [cm])):

- distanza dal bordo fondazione lato valle = 91 [cm]
- forza orizzontale = 7551 [daN]
- forza verticale = 23803 [daN]

| | |
|---|--|
| GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci | ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 Foglio 126 di 129 |

Verifiche strutturali

Anche le verifiche strutturali risultano soddisfatte, come risulta nel paragrafo successivo.

Riassunto verifiche

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva con i fattori di sicurezza minimi (= rapporto Rd/Ed o Cd/Ed) calcolati per tutte le verifiche.

La verifica si intende superata se il valore del rapporto è maggiore o uguale a 1.0.

Le caselle con i trattini indicano che la verifica corrispondente non va svolta per il relativo Caso di Carico.

| caso di carico | capacità portante | scorrimento | FS strutturale Fusto (presso-flessione) | FS strutturale Fusto (taglio) | FS strutturale Fusto (tensione cis) | FS strutturale Fusto (tensione acciaio) | FS strutturale Fusto (apertura fessure) | FS strutturale Fondazione (flessione) | FS strutturale Fondazione (taglio) | FS strutturale Fondazione (tensione cis) | FS strutturale Fondazione (tensione acciaio) |
|----------------------------|-------------------|-------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| 1 - STR(SLU) | 6.75 | 1.69 | 5.42 | 4.55 | --- | --- | --- | 8.61 | 16.29 | --- | --- |
| 2 - EQU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 - STR_SISMA_SU(SLU) | 6.74 | 1.21 | 5.25 | 4.93 | --- | --- | --- | 8.8 | 17.2 | --- | --- |
| 4 - GEO_SISMA_SU(SLU_GEO) | --- | 1.05 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 - EQU_SISMA_SU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 - STR_SISMA_GIU(SLU) | 6.92 | 1.41 | 5.05 | 4.82 | --- | --- | --- | 8.21 | 16.11 | --- | --- |
| 7 - GEO_SISMA_GIU(SLU_GEO) | --- | 1.22 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 - EQU_SISMA_GIU(SLU_EQU) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 - RARA(RARA) | --- | --- | --- | --- | 18.29 | 9.03 | --- | --- | --- | 28.67 | 8.12 |
| 10 - FREQ.(FREQUENTE) | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 4.27 | --- | --- | --- | --- |
| 11 - Q.PERM.(QUASI_PERM) | --- | --- | --- | --- | 13.72 | --- | 3.21 | --- | --- | 21.5 | --- |

Muro Verificato [Verifiche Superate]

La presenza della berlinese a tergo del muro M04 permette di considerare la presenza di un vincolo a scorrimento del muro stesso.

| | | |
|--|--|----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | |
| | 01-0X-D-CV-CL-NV07-00-001-B00 | Foglio 127 di 129 |

5 VERIFICA CORDOLO IN C.A.

In questo capitolo si effettua la verifica del cordolo in c.a. che, in sponda dx, corre lungo la testa dei muri di sostegno.

Esso costituirà la base di ancoraggio delle barriere di sicurezza tipo “bordo ponte H4”.

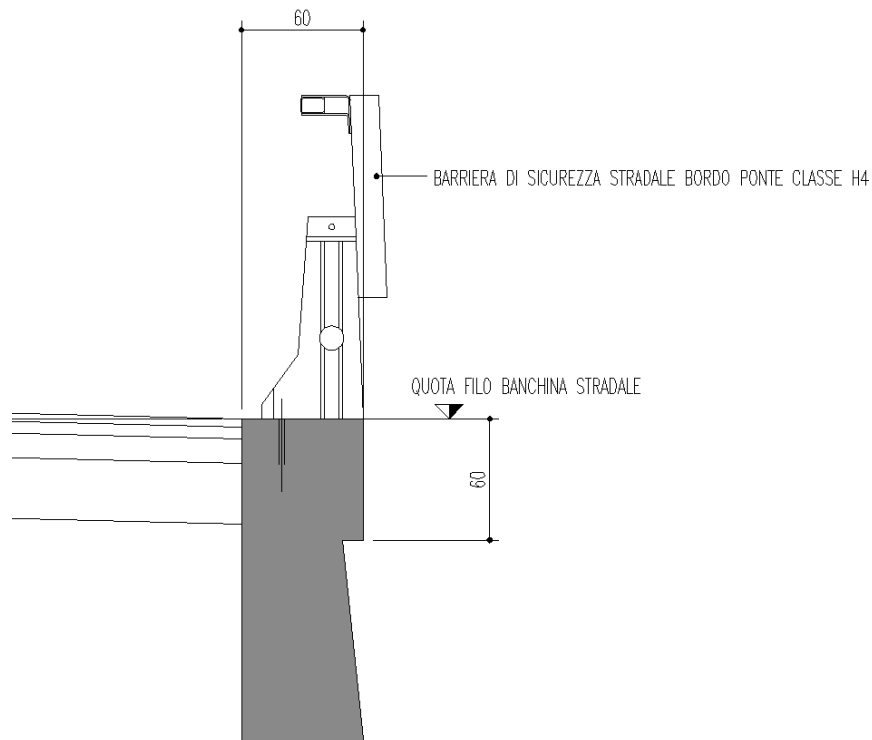


Figura 18 - Sezione trasversale con testa muro tipo, cordolo in c.a. 60x60 cm e barriera di sicurezza stradale H4

La barriera stradale bordo ponte H4 è progettata per, in caso di urto del veicolo, far lavorare la barra filettata di ancoraggio (M20 con interasse 150 cm) a taglio.

Nella figura sotto riportata è possibile visualizzare il cinematismo di rottura a taglio della barra filettata in caso di urto del veicolo tipo.

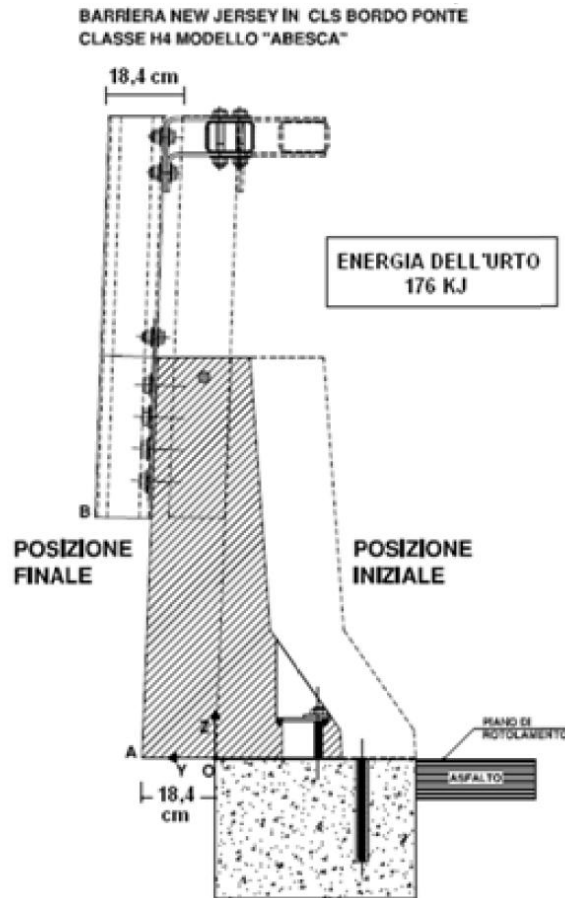


Figura 19 - Evidenza del cinematismo di rottura a seguito dell'urto del veicolo tipo sulla barriera stradale bordo ponte H4

A tal uopo, per ricavare la sollecitazione tagliante trasmessa al cordolo in c.a. 60x60 cm si esegue il calcolo del taglio massimo resistente della barra filettata M20 (avente una sezione con area pari a 245 mm²)

$$A_v = \frac{2A}{\pi} = 156 \text{ mm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yb}}{\sqrt{3} \gamma_M} = \frac{156 \cdot 640}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 54,9 \text{ kN}$$

Per ricavare la larghezza della striscia resistente di cordolo in c.a. avente altezza di taglio pari a (60 – 10) = 50 cm (valore che scaturisce dal posizionamento dell'ancorante a circa 10 cm dal bordo lato strada), si è proceduto a modellare agli elementi finiti (con elementi guscio) una porzione di cordolo di larghezza pari all'interasse fra gli ancoranti (150 cm).

Applicando successivamente la forza tagliante pari a 54,9 kN e visualizzando l'andamento delle isostatiche di trazione e compressione all'interno del cordolo in c.a., si è potuta valutare la larghezza massima di influenza del taglio in circa 80 cm.

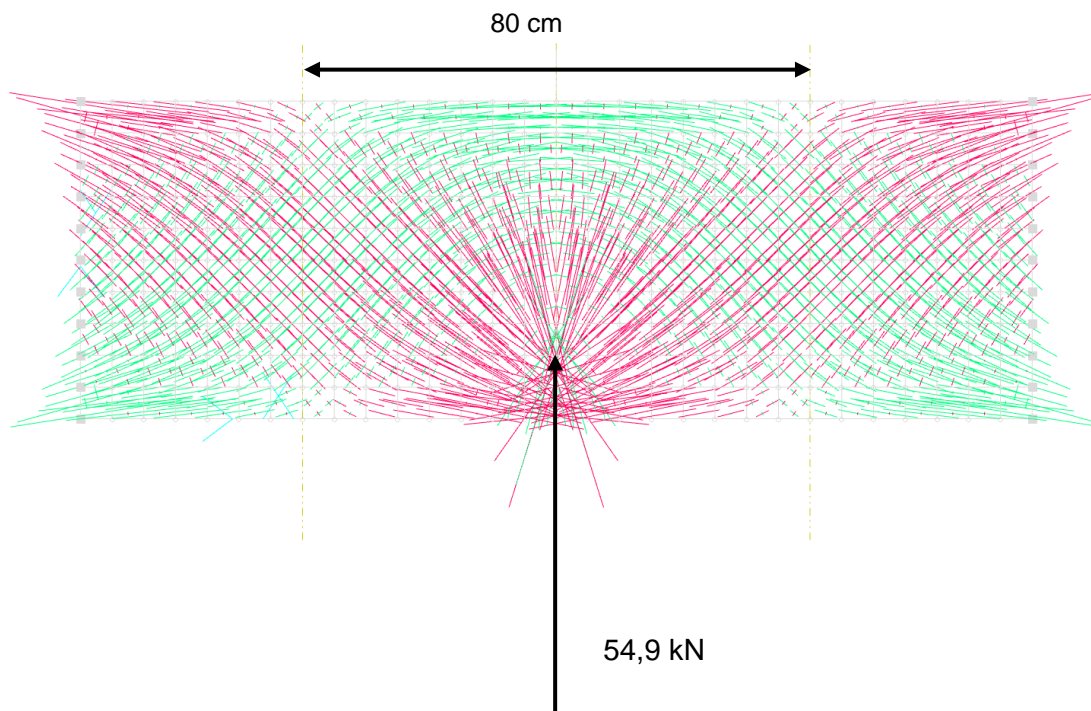


Figura 20 - Andamento delle Isostatiche di compressione (rosso) e di trazione (verde) nel cordolo in c.a. - Sezione in Pianta

Si procede pertanto alla verifica del cordolo in c.a. a taglio per una sezione resistente di base pari a 40 cm (base media di taglio) ed altezza pari a 50 cm:

VERIFICA A TAGLIO (EC2) - METODO NORMALE

| Dati di input | | Dati di output | |
|---------------|--------------------------|--|-------------------------------|
| R_{ck} | 35.0 N/mm ² | f_{ctm} | = 2.83 N/mm ² |
| f_{ck} | = 29.1 N/mm ² | $f_{ctk0.05}$ | = 1.98 N/mm ² |
| f_{yk} | 450.0 N/mm ² | f_{cd} | = 19.37 N/mm ² |
| k | = 1.0 | f_{yd} | = 391.30 N/mm ² |
| γ_c | = 1.50 | ρ_l | = 0.0033500 ≤ 0.02 |
| γ_y | = 1.15 | τ_{Rd} | = 0.3307492 N/mm ² |
| A_{sl} | = 603.0 mm ² | σ_{cp} | = 0.00 N/mm ² |
| A_2 | = 603.0 mm ² | d | = 450.0 mm |
| b_w | = 400.0 mm | V_{rd1} | = 79419 N |
| c | = 50.0 mm | Vrd1 > Vsd --> NON E' NECESSARIO ARMARE A TAGLIO | |
| h | = 500.0 mm | v | = 0.55 ≥ 0.5 |
| $A_{sw,s}$ | = 226 mm ² | V_{rd2} | = 870236 N |
| s_s | = 200 mm | Vrd2 > Vsd --> VERIFICATO | |
| $A_{sw,p}$ | = 0 mm ² | V_{rd3} | = 79419 N |
| s_p | = 0 mm | Vrd3 > Vsd --> VERIFICATO | |
| α | = 90 ° | | |
| N_{sd} | = 0 N | | |
| V_{sd} | = 54900 N | | |

Pertanto la verifica risulta soddisfatta.