



REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI PORDENONE  
COMUNE DI SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA



## MESSA IN SICUREZZA DELLA VIABILITÀ CICLOPEDONALE NELLE FRAZIONI DI DOMANINS E RAUSCEDO A SAN GIORGIO DELLA RICHINVELDA LOTTO 1.1

### PROGETTO ESECUTIVO

#### COMMITTENTE

Comune di San Giorgio della Richinvelda  
via Richinvelda, 15  
33095 – San Giorgio della Richinvelda (PN)

#### PROGETTISTA

dott. ing. Ilaria Cimarosti

#### TITOLO

### OPERE STRUTTURALI

### RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE

Comprensiva di Relazione sui materiali, Relazione sulla modellazione sismica, Relazioni di calcolo e geotecnica sulle fondazioni

| DATA       | INC   | REV |
|------------|-------|-----|
| 05/05/2025 | RA920 | 1   |

| REV | DATA       | DESCRIZIONE     | REDATTO   |
|-----|------------|-----------------|-----------|
| 0   | 20/02/2025 | Prima emissione | M.Ganzini |
| 1   | 05/05/2025 | Prima revisione | M.Ganzini |



## SOMMARIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PREMESSA</b> .....  | <b>5</b>  |
| 1. INTRODUZIONE .....  | 5         |
| 2. INQUADRAMENTO .....   | 5         |
| 3. ESTRATTO CATASTALE .....                                    | 6         |
| <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....                          | <b>7</b>  |
| <b>MATERIALI</b> .....   | <b>8</b>  |
| 1. PREMESSA .....  | 8         |
| 2. OPERE IN CEMENTO ARMATO.....                                | 8         |
| 2.1. Calcestruzzo di nuova realizzazione .....                 | 8         |
| 2.1.1. Calcestruzzo per magrone .....                          | 8         |
| 2.1.2. Calcestruzzo fondazioni e muri .....                    | 8         |
| 2.2. Acciaio per cemento armato .....                          | 9         |
| 2.2.1. Armature .....  | 9         |
| 2.2.2. Reti elettrosaldate.....                                | 9         |
| 3. MALTE.....  | 9         |
| 3.1. Miscela per iniezioni Rck40 o superiore .....             | 9         |
| 4. RESINA EPOSSIDICA .....                                     | 10        |
| 5. OPERE IN ACCIAIO .....                                      | 10        |
| 5.1. Acciaio per profili e piastre .....                       | 10        |
| 5.2. Bulloni e viteria.....                                    | 11        |
| 5.3. Saldature.....  | 11        |
| <b>SISMICA</b> .....   | <b>12</b> |
| 1. PARAMETRI GENERALI .....                                    | 12        |
| 2. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .....  | 12        |
| 3. AZIONE SISMICA .....  | 12        |
| 4. SPETTRI DI RIPOSTA.....                                     | 13        |
| <b>CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO</b> .....                  | <b>14</b> |
| 1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO STRUTTURALE .....               | 14        |
| 2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO .....                               | 14        |
| 2.1. Classificazione secondo NTC2018 .....                     | 14        |
| 2.2. Classificazione secondo DPR 13/12/2024 n. 0165/Pres ..... | 14        |
| 3. CARATTERISTICHE MECCANICHE MATERIALI .....                  | 15        |
| 3.1. Calcestruzzo .....  | 15        |
| 3.2. Barre di armatura .....                                   | 15        |
| 3.3. Acciaio strutturale .....                                 | 15        |
| 3.4. Viteria .....   | 15        |
| 4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....               | 15        |
| 4.1. Caratteristiche geologiche del terreno .....              | 15        |
| 4.2. Posizione della falda .....                               | 15        |
| 5. CARICHI DI PROGETTO.....                                    | 15        |
| 5.1. Pesi specifici .....                                      | 15        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.2.   | Carichi variabili.....  | 16 |
| 5.3.   | Neve.....   | 16 |
| 5.4.   | Vento.....  | 16 |
| 5.4.1. | Vento su palo alto.....   | 17 |
| 5.5.   | Sisma.....  | 17 |
| 5.6.   | Combinazioni di carico.....   | 17 |
| 5.6.1. | Coefficienti di combinazione.....                                     | 18 |
| 5.6.2. | Coefficienti parziali per le azioni e per l'effetto delle azioni..... | 18 |
| 5.6.3. | Coefficiente parziali di sicurezza SLU Tab.6.5.I.....                 | 18 |
| 5.6.4. | Coefficiente parziali di sicurezza SLV Tab.7.11.III.....              | 18 |
| 6.     | VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE.....                              | 19 |
| 6.1.   | Muri di recinzione tratti 1-2-3.....                                  | 19 |
| 6.1.1. | Caratteristiche della fondazione e del terreno.....                   | 19 |
| 6.1.2. | Determinazione azione sismica.....                                    | 19 |
| 6.1.3. | Verifica a ribaltamento (GEO).....                                    | 19 |
| 6.1.4. | Verifica a scorrimento (GEO).....                                     | 19 |
| 6.1.5. | Verifica a capacità portante (GEO).....                               | 20 |
| 6.1.6. | Verifica resistenza paramento (STR).....                              | 20 |
| 6.1.7. | Verifica della recinzione.....  | 23 |
| 6.1.8. | Verifica connessione laterale recinzione.....                         | 25 |
| 6.1.9. | Verifica connessione centrale recinzione.....                         | 26 |
| 6.2.   | Muro di recinzione tratto 4.....                                      | 28 |
| 6.2.1. | Caratteristiche della fondazione e del terreno.....                   | 28 |
| 6.2.2. | Determinazione azione sismica.....                                    | 28 |
| 6.2.3. | Verifica a ribaltamento (GEO).....                                    | 28 |
| 6.2.4. | Verifica a scorrimento (GEO).....                                     | 28 |
| 6.2.5. | Verifica a capacità portante (GEO).....                               | 29 |
| 6.2.6. | Verifica resistenza paramento.....                                    | 29 |
| 6.2.7. | Verifica resistenza della fondazione.....                             | 32 |
| 6.3.   | Cancello.....   | 33 |
| 6.3.1. | Colonna cancello.....   | 33 |
| 6.3.2. | Connessione di base.....  | 34 |
| 6.4.   | Palo illuminazione.....   | 36 |
| 6.4.1. | Tipologia di plinto.....  | 36 |
| 6.4.2. | Ribaltamento.....   | 36 |
| 6.4.3. | Scorrimento.....  | 36 |
| 6.4.4. | Capacità portante.....  | 36 |
| 7.     | GIUDIZIO MOTIVATO.....  | 37 |

## PREMESSA

### 1. INTRODUZIONE

Il presente progetto descrive le opere strutturali dei lavori di “Messa in sicurezza della viabilità ciclopedonale nelle frazioni di Domanins e Rauscedo a San Giorgio della Richinvelda – Lotto 1.1”. Gli interventi in oggetto riguardano l’“Area di intervento 3” di via Belvedere nella località di Domanins, San Giorgio della Richinvelda (PN).



Figura 1: Ortofoto con indicazioni della località di intervento.

### 2. INQUADRAMENTO

Di seguito si riporta la zona oggetto di intervento situato in via Belvedere in località Domanins.



Figura 2: Ortofoto con indicazioni dell'area oggetto di intervento.

### 3. ESTRATTO CATASTALE

Gli interventi interessano le particelle 188, 240 e 386 del foglio 33.

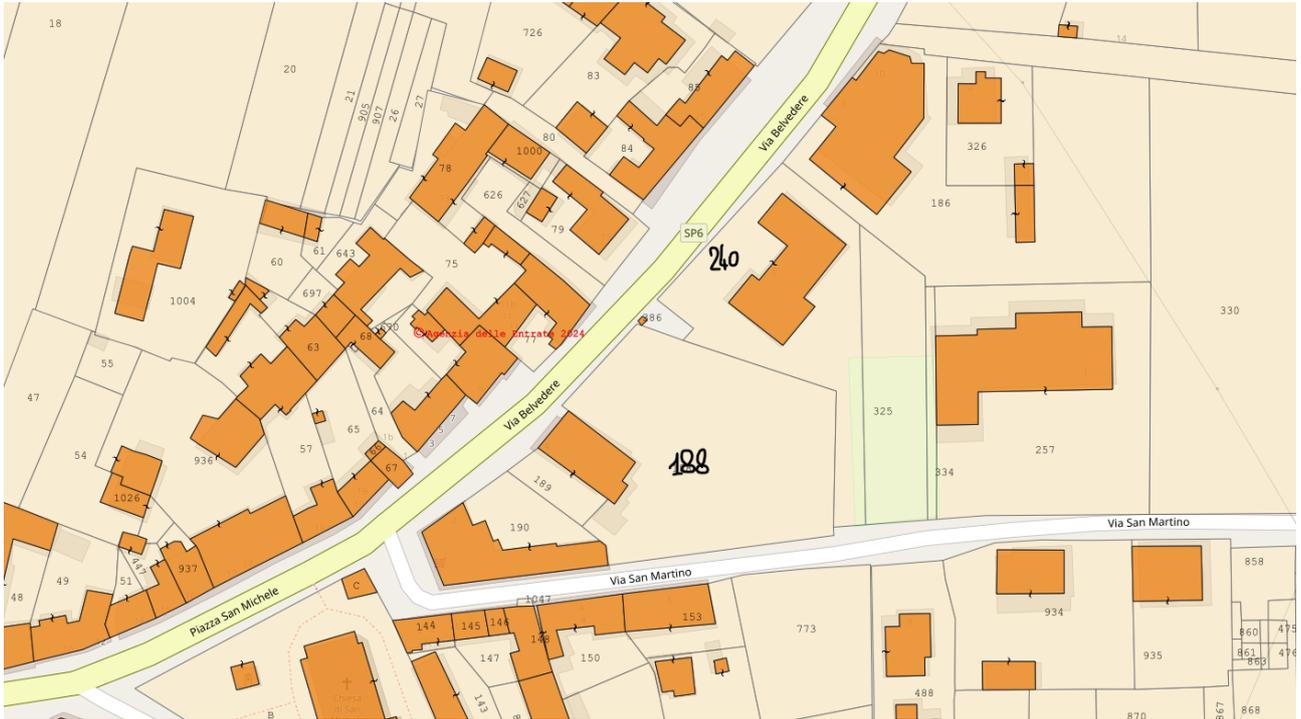


Figura 3: Estratto catastale delle particelle oggetto di intervento

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere in progetto sono state progettate in conformità con le seguenti leggi e normative:

- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- L. 5 Novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” (e relativi riferimenti tecnici);
- Circolare 21.01.2019 n.7 – Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni “di cui al D.M. 17.01.2018”;
- EN 1992-1-1:2005 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- EN 1998-1:2005 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- EN 1997-1:2005 – “Progettazione geotecnica, Parte 1: Regole generali”;
- CNR-DT 207/2008 – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni;
- CNR-DT 206-R1/2018 – Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione ed il controllo delle strutture in legno.

## MATERIALI

### 1. PREMESSA

A norma dell'art. 4 della Legge 5/11/71 n°1086 e succ.ve modifiche, la presente relazione prescrive le seguenti disposizioni riguardanti le caratteristiche dei materiali, la loro confezione e il loro impiego nell'esecuzione delle strutture delle suddette opere.

### 2. OPERE IN CEMENTO ARMATO

#### 2.1. Calcestruzzo di nuova realizzazione

Le opere in calcestruzzo preconfezionato o gettato in opera devono essere realizzate in conformità alle seguenti norme e documenti tecnici:

- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» cap. 4 e 11;
- Circolare alle "NTC" del 21 gennaio 2019 n°7;
- Linee Guida per il calcestruzzo strutturale;
- UNI-EN 206-1: "Calcestruzzo";
- UNI-EN 12620: "Aggregati e filler";
- UNI 197/1: "Cementi";
- UNI EN 1008: "Acqua di impasto".

Gli inerti devono provenire da impianti di estrazione e lavaggio autorizzati e saranno ottenuti da rocce non gelive o friabili.

L'acqua utilizzata per l'impasto deve essere limpida e priva d'impurità, di solfati o gesso e non deve giungere da zone di ristagno all'aperto.

Il cemento è di tipo Portland.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

##### 2.1.1. Calcestruzzo per magrone

|  |  |    |                   |
|--|--|----|-------------------|
| descrizione                                    | Calcestruzzo destinato alla realizzazione del piano di appoggio delle fondazioni (privo di armature) |    |                   |
| classe   | <b>C12/15</b>  |    |                   |
| resistenza caratteristica a rottura cubica     | $R_{ck}$   | 15 | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza caratteristica a rottura cilindrica | $f_{ck}$   | 12 | N/mm <sup>2</sup> |
| classe di esposizione                          | XC0  |    |                   |

##### 2.1.2. Calcestruzzo fondazioni e muri

|  |  |    |                   |
|--|--|----|-------------------|
| descrizione                                    | Calcestruzzo destinato alla realizzazione di fondazioni e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi |    |                   |
| classe   | <b>C32/40</b>  |    |                   |
| resistenza caratteristica a rottura cubica     | $R_{ck}$   | 40 | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza caratteristica a rottura cilindrica | $f_{ck}$   | 32 | N/mm <sup>2</sup> |
| classe di esposizione                          | XC2/XC4  |    |                   |
| classe di consistenza                          | S4/S5  |    |                   |
| rapporto A/C massimo                           | 0.50   |    |                   |
| dosaggio minimo cemento                        | 340  |    | kg/m <sup>3</sup> |

|                   |                                   |    |                   |
|-------------------|-----------------------------------|----|-------------------|
| copriferro minimo | 35mm (per getti controterra 70mm) |    |                   |
| peso specifico    | $\rho$                            | 24 | kN/m <sup>3</sup> |

## 2.2. Acciaio per cemento armato

L'acciaio dolce da carpenteria rispetta le prescrizioni fornite dalle seguenti normative e documentazioni tecniche:

- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» cap. 4 e 11;
- Circolare alle "NTC" del 21 gennaio 2019 n°7;
- UNI EN 10080: "Acciaio d'armatura per calcestruzzo".

### 2.2.1. Armature

|  |              |                  |                   |
|--|--------------|------------------|-------------------|
| tipologia                              | <b>B450C</b> |                  |                   |
| tensione nominale di rottura           | $f_{t,nom}$  | 540              | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione nominale di snervamento       | $f_{y,nom}$  | 450              | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione caratteristica di rottura     | $f_{tk}$     | $\geq f_{t,nom}$ |                   |
| tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$     | $\geq f_{y,nom}$ |                   |
| modulo elastico                        | $E_s$        | 210000           | N/mm <sup>2</sup> |
| allungamento                           | $(A_{gt})_k$ | 7,5%             |                   |
| peso specifico                         | $\rho$       | 78               | kN/m <sup>3</sup> |

### 2.2.2. Reti elettrosaldate

|  |              |                  |                   |
|--|--------------|------------------|-------------------|
| tipologia                              | <b>B450A</b> |                  |                   |
| tensione nominale di rottura           | $f_{t,nom}$  | 540              | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione nominale di snervamento       | $f_{y,nom}$  | 450              | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione caratteristica di rottura     | $f_{tk}$     | $\geq f_{t,nom}$ |                   |
| tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk}$     | $\geq f_{y,nom}$ |                   |
| modulo elastico                        | $E_s$        | 210000           | N/mm <sup>2</sup> |
| allungamento                           | $(A_{gt})_k$ | 7,5%             |                   |
| peso specifico                         | $\rho$       | 78               | kN/m <sup>3</sup> |

## 3. MALTE

Le malte devono essere realizzate in conformità alle seguenti norme e documenti tecnici:

- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» cap. 4 e 11;
- Circolare alle "NTC" del 21 gennaio 2019 n°7;
- UNI EN 998: "Malte per opere murarie";
- UNI EN 13139: "Aggregati per malta";
- UNI EN 1008: "Acqua di impasto".

### 3.1. Miscela per iniezioni Rck40 o superiore

|  |               |    |                   |
|--|---------------|----|-------------------|
| classe   | <b>C32/40</b> |    |                   |
| resistenza caratteristica a rottura cubica     | $R_{ck}$      | 40 | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza caratteristica a rottura cilindrica | $f_{ck}$      | 32 | N/mm <sup>2</sup> |
| peso specifico                                 | $\rho$        | 20 | kN/m <sup>3</sup> |
| tipo   | EMACO S55     |    |                   |

#### 4. RESINA EPOSSIDICA

Le resine devono essere certificate ETA C2.

RESINA EPOSSIDICA tipo FIS EM Plus.

#### 5. OPERE IN ACCIAIO

Le opere in acciaio di nuova realizzazione devono essere realizzate in conformità alle seguenti norme e documenti tecnici:

- D.M. 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» ai capitoli 4 e 11;
- Circolare alle "NTC" del 21 gennaio 2019 n°7;
- UNI EN 1090: "Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio";
- UNI EN 1993: "Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio";
- UNI EN 10025: "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali";
- UNI EN 10210: "Profilati cavi in acciaio laminati a caldo per impieghi strutturali".

Secondo quanto indicato dalle "NTC2018" nel paragrafo §4.2.-"Costruzioni in acciaio", per le strutture in acciaio deve essere definita la classe di esecuzione in accordo alle normative uni: UNI EN 1993, UNI EN 1090.

Definizione delle classi di conseguenze secondo UNI EN 1990-2:2006 – Appendice B: prospetto B.1:

| Classe di esecuzione | Descrizione   | Esempi  |
|----------------------|---|---|
| CC3                  | Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o classi di conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali | Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze di collasso sono alte (per esempio, una sala da concerti)       |
| CC2                  | Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali e ambientali.            | Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici) |
| CC1                  | Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali. | Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serra  |

Definizione delle classi di esecuzione secondo UNI EN 1993-1-1:2014 – Appendice C: tabella C.1:

| classi di conseguenza | tipo di carico   |  |
|-----------------------|--|--|
|                       | Statico, quasi statico o strutture con comportamento poco dissipativo (DCL) <sup>a</sup> | Fatica <sup>b</sup> o strutture con comportamento dissipativo (DCM o DCH) <sup>c</sup> |
| CC3                   | EXC3 <sup>c</sup>  | EXC3 <sup>c</sup>  |
| CC2                   | EXC2   | EXC3   |
| CC1                   | EXC1   | EXC2   |

<sup>a</sup> classe di duttilità definita nell' EN 1998-1;

<sup>b</sup> vedere EN 1993-1-9

<sup>c</sup> per le strutture con conseguenze estreme in caso di collasso definire la classe EXC4

***In seguito alle scelte adottate nella progettazione strutturale e alla destinazione d'uso dell'edificio si è pertanto scelto la classe di esecuzione EXC2.***

##### 5.1. Acciaio per profili e piastre

|                         |                |   |     |                   |
|-------------------------|----------------|---|-----|-------------------|
| tipo di acciaio         | S235           |   |     |                   |
| norma di riferimento    | UNI EN 10025-2 |   |     |                   |
| tensione di snervamento | $f_y$          | > | 235 | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione di rottura     | $f_t$          | > | 360 | N/mm <sup>2</sup> |

|  |   |   |        |                   |
|--|---|---|--------|-------------------|
| modulo elastico                          | E | > | 210000 | N/mm <sup>2</sup> |
| classe di resilienza da -20 C° a +20 C°: |   |   | JR     |                   |
| allungamento a rottura                   | A | > | 22%    |                   |

|  |                |   |        |                   |
|--|----------------|---|--------|-------------------|
| tipo di acciaio                          | S275           |   |        |                   |
| norma di riferimento                     | UNI EN 10025-2 |   |        |                   |
| tensione di snervamento                  | f <sub>y</sub> | > | 275    | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione di rottura                      | f <sub>t</sub> | > | 430    | N/mm <sup>2</sup> |
| modulo elastico                          | E              | > | 210000 | N/mm <sup>2</sup> |
| classe di resilienza da -20 C° a +20 C°: |                |   | JR     |                   |
| allungamento a rottura                   | A              | > | 22%    |                   |

## 5.2. Bulloni e viteria

|                                |                   |   |     |                   |
|--------------------------------|-------------------|---|-----|-------------------|
| classe dei bulloni             | 8.8               |   |     |                   |
| norma di riferimento           | UNI EN 898-1:2013 |   |     |                   |
| tensione di snervamento        | f <sub>y</sub>    | > | 640 | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione di rottura a trazione | f <sub>t</sub>    | > | 880 | N/mm <sup>2</sup> |
| dadi                           | 8                 |   |     |                   |
| rondelle                       | min 100HV         |   |     |                   |

## 5.3. Saldature

Procedimento di saldatura:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO<sub>2</sub> o sue miscele);

Elettrodi:

- elettrodi omologati secondo UNI 2560:2010.

Classe della saldatura:

Saldatura di II classe dei giunti testa a testa, a croce od a "T", a completa penetrazione.

Saldatura dei giunti con cordoni d'angolo caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni.

## SISMICA

### 1. PARAMETRI GENERALI

#### Parametri generali

|                         |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| provincia               | Pordenone                            |
| comune                  | San Giorgio della Richinvelda, 33095 |
| località                | Domanins                             |
| indirizzo               | Via Belvedere                        |
| latitudine              | 46.02556                             |
| longitudine             | 12.82725                             |
| quota altimetrica [m]   | 71.7                                 |
| categoria topografica   | T1                                   |
| categoria di sottosuolo | C                                    |

### 2. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

#### Vita nominale e classe d'uso

|   |  |
|---|--|
| tipo di costruzione                               | Costruzione con livelli di prestazione ordinarie |
| vita nominale (VN) [anni]                         | 50   |
| classe d'uso                                      | II   |
| coefficiente d'uso                                | 1.00   |
| periodo di riferimento ( $V_R = V_N C_U$ ) [anni] | 50   |

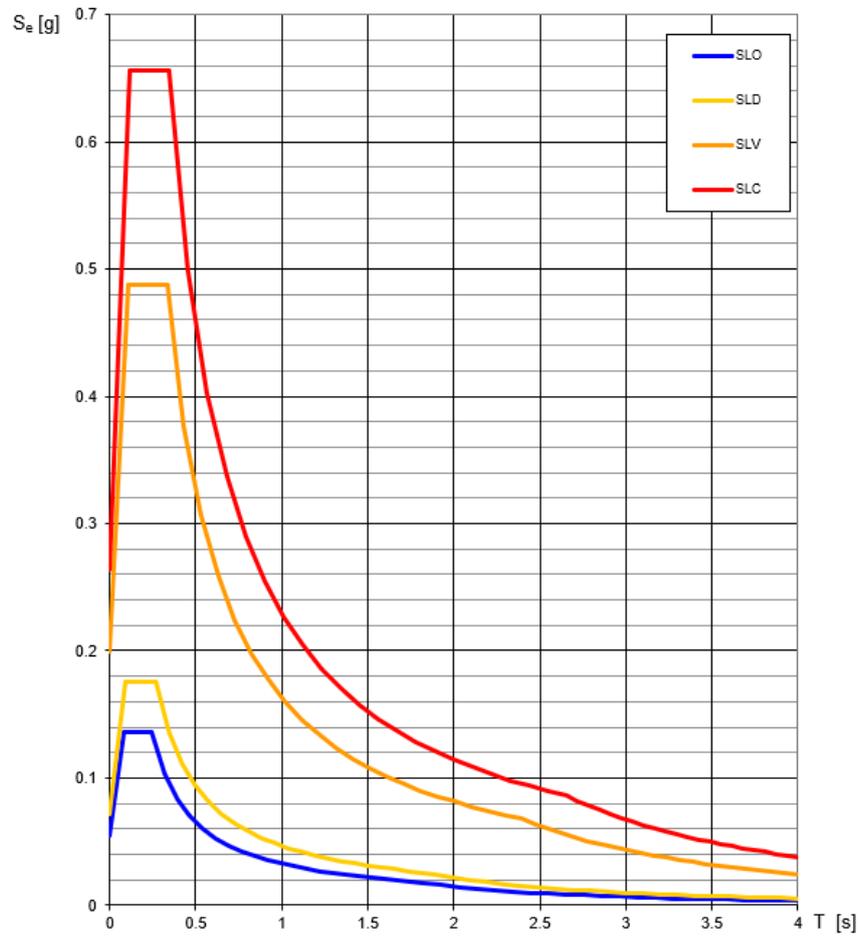
### 3. AZIONE SISMICA

#### Azione sismica

|  |                         |       |       |       |       |        |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| stato limite considerato                     |                         | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |        |
| probabilità di superamento                   |                         | 81%   | 63%   | 10%   | 5%    |        |
| tempo di ritorno                             | $T_r$                   | 30    | 50    | 475   | 975   | [anni] |
| acc. max orizz. su suolo rigido              | $a_g$                   | 0.071 | 0.093 | 0.255 | 0.34  | [g]    |
| coefficiente di amplificazione dinamica      | $F_o$                   | 2.464 | 2.457 | 2.428 | 2.421 |        |
| periodo inizio tratto velocità cost.         | $T_c^*$                 | 0.253 | 0.269 | 0.338 | 0.356 | [s]    |
| parametri locali                             | $S_S$                   | 1.500 | 1.500 | 1.329 | 1.206 |        |
|  | $C_C$                   | 1.653 | 1.619 | 1.502 | 1.476 |        |
| periodi notevoli                             | $T_B$                   | 0.139 | 0.145 | 0.169 | 0.175 | [s]    |
|  | $T_C$                   | 0.418 | 0.436 | 0.508 | 0.526 | [s]    |
|  | $T_D$                   | 1.884 | 1.972 | 2.620 | 2.960 | [s]    |
| coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_T$                   | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |        |
| accelerazione massima attesa                 | $a_{MAX} = S_S S_T a_g$ | 0.107 | 0.140 | 0.339 | 0.410 | [g]    |

## 4. SPETTRI DI RIPOSTA

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

# CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

## 1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO STRUTTURALE

L'intervento di progetto prevede la sistemazione di un tratto stradale di via Belvedere della frazione di Domanins nel comune San Giorgio della Richinvelda. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo parcheggio e il rifacimento del marciapiede con relativa illuminazione. A completamento di questa sistemazione stradale si prevedono la realizzazione di 4 tratti di muri di recinzione e due cancelli in acciaio.

I primi due tratti di lunghezza rispettivamente 17,60 e 19,10 m sono posizionati lungo via Belvedere di confine tra la strada e il lotto. La recinzione è costituita da un muro in c.a. di spessore 20cm e altezza 95cm (altezza fuori terra 75cm) e sulla quale appoggia la ringhiera metallica di altezza pari a 75cm. Complessivamente il muro ha altezza fuori terra pari a 150cm. Il muro in c.a. è realizzata su una fondazione nastriforme di sezione 60x30cm appoggiata su magrone di spessore 10cm. Piano di posa del magrone è -60cm.

Il terzo e quarto tratto sono posti a definire il confine del nuovo parcheggio sui lati rispettivamente Nord-Est e Sud-Est.

Il terzo tratto ha lunghezza pari a 18,36 m ed è posto ortogonalmente al precedente sul confine Nord-Est del nuovo parcheggio. Il muro presenta le stesse caratteristiche dei primi due tratti.

Al di sopra dei tre tratti viene realizzata una recinzione in moduli da 150cm, con pianta di spessore 10mm e fissata al muro con tasselli.

Il quarto tratto di lunghezza 30,35 m è sua volta ortogonale al terzo tratto ed è posto sul confine Sud-Est del parcheggio: il muro di recinzione prevede la realizzazione di un setto in c.a. di altezza fuori terra pari a 150cm. Il muro comprende una fondazione in c.a. di dimensione 30x100cm appoggiata sul magrone di spessore 10cm. Piano di posa del magrone è -60cm. Il paramento, in posizione decentrata rispetto alla fondazione (distanza minore dal bordo 10cm), ha spessore 20cm ed altezza 170cm. Il paramento viene rivestito in ciottoli.

A dividere il primo tratto dal secondo è presente un cancello pedonale di larghezza pari a 2,0m. tra il tratto secondo e il terzo è presente un cancello carraio di larghezza pari a 4,0m

I cancelli sono fissati alle colonne in acciaio S235 in profilo 200x50x4mm di altezza totale pari 170cm (massimo 150cm fuori terra).

All'interno dell'area di intervento è prevista l'installazione di 5 nuovi pali dell'illuminazione con relativa fondazione.

## 2. TIPOLOGIA DI INTERVENTO

### 2.1. Classificazione secondo NTC2018

L'intervento è classificabile come **Nuova costruzione** secondo le NTC18.

### 2.2. Classificazione secondo DPR 13/12/2024 n. 0165/Pres

Le opere in oggetto risultano classificabili come recinzioni rispettando le seguenti caratteristiche:

- muri di recinzione senza funzione di contenimento, realizzati con qualsiasi tipo di materiale, aventi altezza massima fuori terra compresa tra metri 1,50 e metri 3,00 dal punto più depresso del terreno ed eventuali soprastanti paletti e rete metallici o grigliato in materiale leggero per un'altezza massima complessiva non superiore a metri 3,00;
- pilastri a sostegno di cancelli, realizzati in continuità strutturale con i muri di recinzione, aventi altezza massima fuori terra compresa tra metri 1,50 e metri 3,00 dal punto più depresso del terreno.

Le strutture oggetto di relazione rientrano tra gli **INTERVENTI PRIVI DI RILEVANZA**.

### 3. CARATTERISTICHE MECCANICHE MATERIALI

#### 3.1. Calcestruzzo

##### Strutture in c.a.

|                            |          |          |          |           |           |          |                   |                   |
|----------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-------------------|-------------------|
| tipo di calcestruzzo       | C32/40   |          |          |           |           |          |                   |                   |
| peso di volume             | $\rho_k$ | 2400     |          |           |           |          |                   | kg/m <sup>3</sup> |
| caratteristiche meccaniche |          |          |          |           |           |          | N/mm <sup>2</sup> |                   |
| $R_{ck}$                   | $f_{ck}$ | $f_{cm}$ | $f_{cd}$ | $f_{ctm}$ | $f_{ctk}$ | $f_{cd}$ | $f_{ctd}$         | $E_c$             |
| 40.0                       | 32.0     | 40.8     | 18.1     | 3.02      | 2.12      | 0.08     | 1.20              | 31476             |

#### 3.2. Barre di armatura

##### Acciaio per c.a.

|                            |          |          |                   |                   |
|----------------------------|----------|----------|-------------------|-------------------|
| tipo di acciaio            | B450C    |          |                   |                   |
| peso di volume             | $\rho_k$ | 7800     |                   | kg/m <sup>3</sup> |
| caratteristiche meccaniche |          |          | N/mm <sup>2</sup> |                   |
| $f_{yk}$                   | $f_{tk}$ | $f_{yd}$ | $E_s$             |                   |
| 450                        | 540      | 391      | 210000            |                   |

#### 3.3. Acciaio strutturale

##### Acciaio per strutture

|                            |          |          |          |                   |       |
|----------------------------|----------|----------|----------|-------------------|-------|
| peso di volume             | $\rho_k$ | 7800     |          | kg/m <sup>3</sup> |       |
| caratteristiche meccaniche |          |          |          | N/mm <sup>2</sup> |       |
| acciaio                    | $f_{yk}$ | $f_{tk}$ | $f_{yd}$ | $E_s$             | $G_s$ |
| S235                       | 235      | 360      | 224      | 210000            | 80769 |
| S275                       | 275      | 430      | 262      | 210000            | 80769 |

#### 3.4. Viteria

##### Viteria

|                            |          |          |          |                   |  |
|----------------------------|----------|----------|----------|-------------------|--|
| caratteristiche meccaniche |          |          |          | N/mm <sup>2</sup> |  |
| classe                     | $f_{yk}$ | $f_{tk}$ | $f_{yd}$ | $E_s$             |  |
| 8.8                        | 649      | 800      | 519      | 210001            |  |

### 4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

A sostegno della calcolazione si utilizza la relazione geologica con titolo "Messa in sicurezza della viabilità ciclopedonale nella frazione di Domanins CUP E11B19000250006 – CIG ZC2332B53F" redatta dal dott. geol. Flavio Seriani e utilizzata per il progetto di un lotto di intervento precedente al presente.

#### 4.1. Caratteristiche geologiche del terreno

Strato superficiale ghiaia e ghiaia sabbiosa:

- Spessore 1,8-2,2m;
- Angolo d'attrito 32°;
- Peso di volume 18.5kN/m<sup>3</sup>;

#### 4.2. Posizione della falda

La falda è posta a profondità di circa 10m.

### 5. CARICHI DI PROGETTO

#### 5.1. Pesì specifici

##### Pesì materiali strutturali

|                          |               |      |                   |
|--------------------------|---------------|------|-------------------|
| normativa di riferimento | NTC18, §3.1.2 |      |                   |
| calcestruzzo ordinario   | $\gamma_c$    | 24,0 | kN/m <sup>3</sup> |

|                      |                |      |                   |
|----------------------|----------------|------|-------------------|
| calcestruzzo armato  | $\gamma_{CA}$  | 25,0 | kN/m <sup>3</sup> |
| calcestruzzo leggero | $\gamma_{CL}$  | 16,0 | kN/m <sup>3</sup> |
| malta di cemento     | $\gamma_{MC}$  | 21,0 | kN/m <sup>3</sup> |
| acciaio              | $\gamma_A$     | 78,5 | kN/m <sup>3</sup> |
| laterizio            | $\gamma_{LAT}$ | 18,0 | kN/m <sup>3</sup> |
| legno                | $\gamma_{LE}$  | 5,0  | kN/m <sup>3</sup> |
| acqua                | $\gamma_{AC}$  | 10,0 | kN/m <sup>3</sup> |

## 5.2. Carichi variabili

L'azione variabile considerata è la spinta orizzontale definita secondo quanto indicato al paragrafo §5.1.3.10 delle NTC2018 pari a 1,5kN/m ad un'altezza da terra di 1,10m.

## 5.3. Neve

Si riporta il carico neve.

### Carico neve

|   |                              |      |                   |
|---|------------------------------|------|-------------------|
| referimento normativo                             | NTC18, §3.4 - Circolare 2019 |      |                   |
| provincia   | Pordenone                    |      |                   |
| zona di carico della neve                         | Zona I - Alpina              |      |                   |
| classe di esposizione                             | Normale                      |      |                   |
| tipo di copertura                                 | piana                        |      |                   |
| quota altimetrica                                 | $a_s$                        | 71   | ≤200m             |
| valore di riferimento per carico di neve al suolo | $q_{sk}$                     | 1.50 | kN/m <sup>2</sup> |
| peso di volume della neve                         | $\gamma_s$                   | 2.00 | kN/m <sup>3</sup> |
| angolo di inclinazione della copertura            | $\alpha$                     | 0    | °                 |
| coefficiente di esposizione                       | $C_E$                        | 1.00 |                   |
| coefficiente termico                              | $C_t$                        | 1.00 |                   |
| coefficiente di forma                             | $\mu_i$                      | 0.80 |                   |
| carico per unità di superficie                    | $q_s = q_{sk} \mu_i C_E C_t$ | 1.20 | kN/m <sup>2</sup> |

## 5.4. Vento

### Determinazione carico da vento su palo di illuminazione

#### Normativa

|                       |   |
|-----------------------|---|
| referimento normativo | NTC 2018 §3.3 e Circolare 2019<br>CNR DT 207.2008 |
|-----------------------|---|

#### Dati sito

|  |   |      |       |
|--|---|------|-------|
| regione                                  | Friuli Venezia Giulia (GO, PN, UD)  |      |       |
| zona                                     | 1   |      |       |
| area                                     | Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D |      |       |
| classe di rugosità                       | C   |      |       |
| categoria di esposizione                 | III   |      |       |
| altitudine slm                           | $a_s$   | 71.7 | m slm |
| velocità riferimento al livello del mare | $v_{b,0}$   | 25   | m/s   |
| altezza di riferimento                   | $a_0$   | 1000 | m slm |
| coefficiente di quota                    | $k_s$   | 0.01 |       |
| coefficiente di altitudine               | $C_a$   | 1    |       |
| velocità di riferimento                  | $v_b$   | 25.0 | m/s   |

#### Caratteristiche della costruzione

|                          |       |      |   |
|--------------------------|-------|------|---|
| altezza massima del palo | $h_c$ | 8.00 | m |
|--------------------------|-------|------|---|

#### Parametri generali del vento

|                                   |                                |      |                   |
|-----------------------------------|--------------------------------|------|-------------------|
| densità aria                      | $\rho$                         | 1.25 | kg/m <sup>3</sup> |
| pressione cinetica di riferimento | $q_r = \frac{1}{2} \rho v_b^2$ | 0.39 | kN/m <sup>2</sup> |
|                                   | $k_r$                          | 0.20 |                   |

|                                       |   |      |                   |
|---------------------------------------|---|------|-------------------|
| parametri sito                        | $Z_0$                                   | 0.10 | m                 |
|                                       | $Z_{min}$                               | 5.00 | m                 |
| coefficiente di topografia            | $C_t$                                   | 1.00 |                   |
| coefficiente di esposizione           | $C_e(Z_{min})$                          | 1.71 |                   |
| coefficiente di esposizione           | $C_e(h_c)$                              | 1.91 |                   |
| coefficiente dinamico                 | $C_d$                                   | 1.00 |                   |
| coefficiente d'attrito                | $C_f$                                   | 0.02 | scabra            |
| <u>Determinazione delle pressioni</u> |   |      |                   |
| pressione cinetica di picco           | $q_p = \frac{1}{2} \rho v_b^2 C_e(h_c)$ | 0.75 | kN/m <sup>2</sup> |
| pressione del vento                   | $p = q_f C_e C_p C_d$                   |      | kN/m <sup>2</sup> |
| forza del vento                       | $F = q_p L^2 C_f$                       |      |                   |

#### 5.4.1. Vento su palo alto

Il calcolo della pressione agente sul palo dell'illuminazione è determinato sulla base delle indicazioni del paragrafo G.10.6 della CNR DT20.2008.

|                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| Scabrezza              | $k=0.2\text{mm}$     |
| Diametro base          | $d=160\text{mm}$     |
|                        | $k/d=0.001$          |
| Reynolds               | $Re=266667$          |
|                        | $cfX_0=0.70$         |
| snellezza              | $\lambda=100$        |
| coeff. di snellezza    | $\psi=0.95$          |
|                        | $cfX=0.665$          |
| sviluppo palo          | $L=8.60\text{ m}$    |
| pressione di progetto  | $p=0.456\text{kN/m}$ |
| forza su palo progetto | $F=0.684\text{kN}$   |

#### 5.5. Sisma

Si riportano i parametri fondamentali per la determinazione dell'azione sismica.

##### Azione sismica

|  |                         |       |       |       |       |        |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| stato limite considerato                     |                         | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |        |
| probabilità di superamento                   |                         | 81%   | 63%   | 10%   | 5%    |        |
| tempo di ritorno                             | $T_r$                   | 30    | 50    | 475   | 975   | [anni] |
| acc. max oriz. su suolo rigido               | $a_g$                   | 0.071 | 0.093 | 0.255 | 0.34  | [g]    |
| coefficiente di amplificazione dinamica      | $F_0$                   | 2.464 | 2.457 | 2.428 | 2.421 |        |
| periodo inizio tratto velocità cost.         | $T_c^*$                 | 0.253 | 0.269 | 0.338 | 0.356 | [s]    |
| parametri locali                             | $S_S$                   | 1.500 | 1.500 | 1.329 | 1.206 |        |
|  | $C_C$                   | 1.653 | 1.619 | 1.502 | 1.476 |        |
| periodi notevoli                             | $T_B$                   | 0.139 | 0.145 | 0.169 | 0.175 | [s]    |
|  | $T_C$                   | 0.418 | 0.436 | 0.508 | 0.526 | [s]    |
|  | $T_D$                   | 1.884 | 1.972 | 2.620 | 2.960 | [s]    |
| coefficiente di amplificazione stratigrafica | $S_T$                   | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |        |
| accelerazione massima attesa                 | $a_{MAX} = S_S S_T a_g$ | 0.107 | 0.140 | 0.339 | 0.410 | [g]    |

#### 5.6. Combinazioni di carico

In generale, sono state utilizzate le combinazioni di carico riportate nel seguito (NTC 2018, §2.5.3):

Combinazione fondamentale:  $\gamma_{G1}G1 + \gamma_{G2}G2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{k2} + \dots$

Combinazione rara (caratteristica):  $G1 + G2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}Q_{k2} + \dots$

Combinazione frequente:  $G1 + G2 + P + \psi_{11}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$

Combinazione quasi permanente:  $G1 + G2 + P + \psi_{12}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$

Combinazione sismica:  $E + G1 + G2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$

Combinazione eccezionale:  $Ad + G1 + G2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$

### 5.6.1. Coefficienti di combinazione

#### Combinazioni

| Categoria / Azioni variabili | $\psi_{0j}$ | $\psi_{1j}$ | $\psi_{2j}$ |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| categoria G                  | 0.70        | 0.50        | 0.30        |

### 5.6.2. Coefficienti parziali per le azioni e per l'effetto delle azioni

| CARICO        |             | COEFFICIENTE  | EQU | A1  | A2  |
|---------------|-------------|---------------|-----|-----|-----|
| permanenti G1 | favorevole  | $\gamma_{G1}$ | 0.9 | 1.0 | 1.0 |
|               | sfavorevole |               | 1.1 | 1.3 | 1.0 |
| permanenti G2 | favorevole  | $\gamma_{G2}$ | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
|               | sfavorevole |               | 1.5 | 1.5 | 1.3 |
| variabili Q   | favorevole  | $\gamma_Q$    | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|               | sfavorevole |               | 1.5 | 1.5 | 1.3 |

### 5.6.3. Coefficiente parziali di sicurezza SLU Tab.6.5.I

| Verifica                           | coefficiente parziale $\gamma_R$ (R3) |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| capacità portante della fondazione | 1.40                                  |
| scorrimento                        | 1.10                                  |
| ribaltamento                       | 1.15                                  |
| resistenza del terreno di valle    | 1.40                                  |

### 5.6.4. Coefficiente parziali di sicurezza SLV Tab.7.11.III

| Verifica                           | coefficiente parziale $\gamma_R$ (R3) |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| capacità portante della fondazione | 1.2                                   |
| scorrimento                        | 1.0                                   |
| ribaltamento                       | 1.0                                   |
| resistenza del terreno di valle    | 1.2                                   |

## 6. VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE

Le verifiche vengono eseguite con fogli di calcolo eseguiti dallo scrivente. Le verifiche delle connessioni di base delle ringhiere e della colonna del cancello vengono eseguite con il programma fornito dalla Fischer.

Vengono riportate le verifiche delle sezioni più sfavorevoli.

### 6.1. Muri di recinzione tratti 1-2-3

#### 6.1.1. Caratteristiche della fondazione e del terreno

##### Caratteristiche del terreno

|                           |            |      |                   |
|---------------------------|------------|------|-------------------|
| angolo di attrito terreno | $\phi_d$   | 32.0 | °                 |
| angolo di scorrimento     | $\delta_d$ | 21.3 | °                 |
| peso di volume            | $\gamma_d$ | 18.5 | kN/m <sup>3</sup> |
| coesione                  | c          | 0.0  | kN/m              |

##### Caratteristiche del muro in c.a.

|                           |    |       |   |
|---------------------------|----|-------|---|
| altezza paramento in c.a. | H  | 0.95  | m |
| spessore paramento        | s  | 0.20  | m |
| altezza fuori terra       | h  | 0.75  | m |
| spessore soletta          | sp | 0.30  | m |
| approfondimento           | D  | 0.50  | m |
| base fondazione           | B  | 0.60  | m |
| lunghezza                 | L  | 10.00 | m |

##### Caratteristiche delle recinzioni metallica

|                          |   |      |   |
|--------------------------|---|------|---|
| altezza della recinzione | R | 0.75 | m |
|--------------------------|---|------|---|

#### 6.1.2. Determinazione azione sismica

La porzione di struttura al di fuori del terreno ha la seguente massa:

$$m = 0.2 + (0.2 \times 0.75) \times 25 = 3.95 \text{ kN/m}$$

considerato il tipo di struttura, l'accelerazione sismica è pari all'accelerazione di aggancio dello spettro

$$a = 0.28 \text{ 1/g}$$

l'azione sismica elastica associata è pari a:

$$f = m \times a = 1.11 \text{ kN/m}$$

#### 6.1.3. Verifica a ribaltamento (GEO)

##### Verifica a ribaltamento

| condizione                 |                  |             | SLU           |                |               |               | SLV            |               |               |               |
|----------------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
|                            |                  |             | $\gamma_{SF}$ | $\gamma_{FAV}$ | $M_R$ [kNm/m] | $M_S$ [kNm/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{SF}$ | $M_R$ [kNm/m] | $M_S$ [kNm/m] |
| azione                     | forza [kN/m]     | braccio [m] |               |                |               |               |                |               |               |               |
| peso della struttura       | 10.75            | 0.40        |               | 1.00           |               | 4.30          |                | 1.00          |               | 4.30          |
| peso del ringhiera         | 0.20             | 0.40        |               | 0.80           |               | 0.06          |                | 0.80          |               | 0.06          |
| peso del terreno           | 2.22             | 0.40        |               | 0.80           |               | 0.71          |                | 0.00          |               | 0.00          |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50             | 1.60        | 1.50          |                | 3.60          |               |                |               |               |               |
| azione orizzontale sismica | 1.11             | 0.88        |               |                |               |               | 1.00           |               | 0.97          |               |
| <b>totale</b>              |                  |             |               |                | <b>3.60</b>   | <b>5.07</b>   |                |               | <b>0.97</b>   | <b>4.36</b>   |
| verifica                   | $\rho = M_S/M_R$ |             | 1.15 <        |                | 1.41          |               | 1.00 <         |               | 4.49          |               |

#### 6.1.4. Verifica a scorrimento (GEO)

##### Verifica a scorrimento

| condizione           |              |  | SLU           |                |              |              | SLV            |               |              |              |
|----------------------|--------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|--------------|
|                      |              |  | $\gamma_{SF}$ | $\gamma_{FAV}$ | $F_R$ [kN/m] | $F_D$ [kN/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{SF}$ | $F_R$ [kN/m] | $F_D$ [kN/m] |
| azione               | forza [kN/m] |  |               |                |              |              |                |               |              |              |
| peso della struttura | 10.75        |  |               | 1.00           |              | 4.20         |                | 1.00          |              | 4.20         |
| peso del ringhiera   | 0.20         |  |               | 0.80           |              | 0.06         |                | 0.80          |              | 0.06         |

|                            |                  |      |        |      |      |  |        |  |      |      |
|----------------------------|------------------|------|--------|------|------|--|--------|--|------|------|
| peso del terreno           | 2.22             |      | 0.00   |      | 0.00 |  | 0.00   |  | 0.00 |      |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50             | 1.50 |        | 2.25 |      |  |        |  |      |      |
| azione orizzontale sismica | 1.11             |      |        |      |      |  | 1.00   |  | 1.11 |      |
| totale                     |                  |      |        | 2.25 | 4.26 |  |        |  | 1.11 | 4.26 |
| verifica                   | $\rho = F_d/F_R$ |      | 1.10 < | 1.89 |      |  | 1.10 < |  | 3.84 |      |

### 6.1.5. Verifica a capacità portante (GEO)

#### Azioni per capacità portante

| condizione                 |              |             | SLU      |          |          |           | SLV      |          |          |           |
|----------------------------|--------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| azione                     | forza [kN/m] | braccio [m] | $\gamma$ | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kNm/m] | $\gamma$ | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kNm/m] |
| peso della struttura       | 10.75        | 0.00        | 1.50     | 16.13    |          | 0.00      | 1.00     | 10.75    |          | 0.00      |
| peso del ringhiera         | 0.20         | 0.00        | 1.50     | 0.30     |          | 0.00      | 1.00     | 0.20     |          | 0.00      |
| peso del terreno           | 2.22         | 0.00        | 1.50     | 3.33     |          | 0.00      | 1.00     | 2.22     |          | 0.00      |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50         | 1.60        | 1.50     |          | 2.25     | 3.60      | 0.30     |          | 0.45     | 0.72      |
| azione orizzontale sismica | 1.11         | 0.88        |          |          |          |           | 1.00     |          | 1.11     | 0.97      |
| totale                     |              |             |          | 19.76    | 2.25     | 3.60      |          | 13.17    | 1.56     | 1.69      |

#### Verifica a capacità portante

|  |        | SLU   | SLV    |     |
|--|--------|-------|--------|-----|
| momento calcolato                            | M      | 3.60  | 1.69   | kNm |
| azione verticale agente alla base del muro   | N      | 19.76 | 13.17  | kN  |
| azione orizzontale agente alla base del muro | T      | 2.25  | 1.56   | kN  |
| eccentricità                                 | e      | 0.18  | 0.13   | m   |
| base fondazione                              | 0.24   | 0.34  | 0.23   | m   |
| pressione in A                               | -27.08 | -6.24 | -32.53 | kPa |
| pressione in Z                               | 92.93  | 50.14 | 82.57  | kPa |

Calcolo capacità in condizione drenate - Brich-Hansen 1970

| $q_{u,lim} = c N_c S_c d_c i_c + q N_q S_q d_q i_q + 0,5 \gamma B' N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$ |                           |                                 |       |       |
|---|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| coefficiente di spinta passivo  | $K_p$                     | $\tan^2(45+\phi'/2)$            | 3.25  | 3.25  |
| coefficiente di spinta a riposo   | $K_0$                     | $1-\sin(\phi')$                 | 0.47  | 0.47  |
| coefficiente di spinta attivo   | $K_a$                     | $\tan^2(45-\phi'/2)$            | 0.31  | 0.31  |
| sovraccarico ai lati della fondazione   | q                         | $D\gamma_d$                     | 9.25  | 9.25  |
| coefficienti di portata   | $N_q$                     | $e^{\pi \tan \phi} K_p$         | 23.18 | 23.18 |
|   | $N_c$                     | $(N_q - 1) \cot \phi$           | 35.49 | 35.49 |
|   | $N_\gamma$                | $2 (N_q - 1) \tan \phi$         | 27.72 | 27.72 |
| fattori di forma  | $s_q$                     | $1+(B'/L') \tan \phi'$          | 1.01  | 1.02  |
|   | $s_c$                     | $1+(B'/L')(N_q/N_c)$            | 1.02  | 1.02  |
|   | $s_\gamma$                | $1-0,4 (B'/L')$                 | 0.99  | 0.99  |
| fattori di profondità   | $d_q$                     | #RIFI!                          | 1.31  | 1.27  |
|   | $d_c$                     | $d_q - (1-d_q)/(N_c \tan \phi)$ | 1.33  | 1.28  |
|   | $d_\gamma$                | 1                               | 1.00  | 1.00  |
| fattori di inclinazione del carico<br>per c=0   | m                         | $(2+B/L)/(1+B/L)$               | 1.94  | 1.94  |
|   | $i_q$                     | $(1-T/N)^m$                     | 0.79  | 0.78  |
|   | $i_c$                     |                                 | 0.78  | 0.77  |
|   | $i_\gamma$                | $(1-T/N)^{m+1}$                 | 0.70  | 0.69  |
|   | $q_{u,lim}$               |                                 | 340   | 235   |
|   | $q_{u,d}$                 |                                 | 148   | 102   |
| rapporto di verifica a capacità portante  | $\rho_{max} \leq q_{u,d}$ |                                 | 0.80  | 0.42  |

### 6.1.6. Verifica resistenza paramento (STR)

#### Azioni per verifica sezione paramento

| condizione                 |          |       | SLU            |                |         |         | SLV       |                |                |         |         |           |
|----------------------------|----------|-------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|
| azione                     | f [kN/m] | b [m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | N [kNm] | T [kNm] | M [kNm/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | N [kNm] | T [kNm] | M [kNm/m] |
| peso della struttura       | 4.75     |       |                | 1.00           | 4.95    |         |           |                | 1.00           | 4.95    |         |           |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50     | 1.30  | 1.50           |                |         | 2.25    | 2.93      |                |                |         |         |           |
| azione orizzontale sismica | 1.11     | 0.58  |                |                |         |         |           | 1.00           |                |         | 1.11    | 0.64      |
| totale                     |          |       |                |                | 4.95    | 2.25    | 2.93      |                |                | 4.95    | 1.11    | 0.64      |

**Paramento muro di recinzione**

**100x20cm**

**Geometria della sezione**

| elemento         | SETTO          |      |                 |
|------------------|----------------|------|-----------------|
| base             | b              | 100  | cm              |
| sezione          | h              | 20   | cm              |
| copriferro       | c              | 3.5  | cm              |
| altezza utile    | d              | 16   | cm              |
| area sezione cls | A <sub>c</sub> | 2000 | cm <sup>2</sup> |

**Materiale**

|                                    |          |                |            |
|------------------------------------|----------|----------------|------------|
| LIVELLO DI CONSCENZA               | Nuovo    | FC             | 1          |
| CALCESTRUZZO [N/mm <sup>2</sup> ]: | C32/40   |                |            |
| $f_{ck}$                           | $f_{cm}$ | $f_{cd,f}$     | $f_{cd,t}$ |
| 32.0                               | 40.0     | 18.1           | 18.1       |
| E <sub>c</sub>                     | 33346    |                |            |
| ACCIAIO [N/mm <sup>2</sup> ]:      | B450C    |                |            |
| $f_{yk}$                           | $f_{yd}$ | E <sub>s</sub> |            |
| 450                                | 391      | 210000         |            |

**Armatura**

| ARMATURA BASE             |                       | ferri | area [mm <sup>2</sup> ] | d/p [mm] |
|---------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|----------|
| area ferri superiori      | A <sub>s</sub> '      | 5Φ10  | 393                     | 40       |
| area ferri inferiori      | A <sub>s</sub>        | 5Φ10  | 393                     | 157      |
| area ferri per torsione   | A <sub>to</sub>       |       | 0                       |          |
| Staffe - /20cm            | A <sub>tf/pass</sub>  |       | 0                       | 200      |
| Staffe a torsione - /20cm | A <sub>tor/pass</sub> |       | 0                       | 200      |

**Verifica della sezione**

**SOLLECITAZIONI SULLA SEZIONE**

| Combo | N <sub>Ed</sub> [kN] | M <sub>Ed,x</sub> [kNm] | V <sub>Ed,y</sub> [kN] | T <sub>Ed</sub> [kN] |
|-------|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| SLU   |                      | 2.930                   | 2.250                  |                      |
| SLV   |                      | 0.640                   | 1.110                  |                      |
| SLEr  |                      | 1.950                   |                        |                      |
| SLEf  |                      | 1.950                   |                        |                      |
| SLEqp |                      | 1.950                   |                        |                      |

**VERIFICA DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

**Flessione**

| riferimento normativo                    | NTC 2018 – 4.1.2.3.4                 | SLU  | SLV   |     |
|--|--------------------------------------|------|-------|-----|
| azione assiale di progetto               | N <sub>Ed</sub>                      | 0.00 | 0.00  | kN  |
| momento di progetto                      | M <sub>Ed</sub>                      | 2.93 | 0.64  | kNm |
| posizione asse neutro                    | x                                    | -    | -     | mm  |
| posizione asse neutro rottura bilanciata | x <sub>bil</sub>                     | 40.7 | 75.79 | mm  |
| momento resistente                       | M <sub>Rd</sub>                      | 27.2 | 27.2  | kNm |
| verifica                                 | M <sub>Ed</sub>   ≤  M <sub>Rd</sub> | 0.11 | 0.02  |     |

**Taglio – elementi non armati a taglio**

| riferimento normativo                       | NTC 2018 – 4.1.2.3.5.1  |       |                   |
|---|---|-------|-------------------|
| area armatura longitudinale tesa            | A <sub>sl</sub>   | 393   | mm <sup>2</sup>   |
| altezza utile                               | d   | 157   | mm                |
| percentuale di armatura longitudinale       | ρ <sub>l</sub> = A <sub>sl</sub> / (bd)   | 0.25% |                   |
| tensione media di compressione              | σ <sub>cp</sub>   | 0.00  | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza a taglio minima                  | v <sub>min</sub> = 0.035k <sup>3/2</sup> f <sub>ck</sub> <sup>-1/2</sup>  | 0.56  | N/mm <sup>2</sup> |
| taglio resistente 1                         | V <sub>Rd,1</sub> = (v <sub>min</sub> + 0.15σ <sub>cp</sub> )b <sub>w</sub> d   | 87.9  | kN                |
| taglio resistente 2                         | V <sub>Rd,2</sub> = (0.18 k (100 r <sub>l</sub> f <sub>ck</sub> ) <sup>1/3</sup> / g <sub>c</sub> + 0.15σ <sub>cp</sub> )b <sub>w</sub> d | 75.4  | kN                |
| taglio resistente di progetto [4.1.2.3 NTC] | V <sub>Rd,cd</sub> = max (V <sub>RD,1</sub> ; V <sub>RD,2</sub> )   | 87.9  | kN                |

verifica

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cd}$

0.03

VERIFICA ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Tensioni sezione fessurata)

| riferimento normativo                                |  | NTC 2018 – 4.1.2.2.5 |           |               |
|--|--|----------------------|-----------|---------------|
| combinazione   |  | rara                 | freq      | perm          |
| momento agente                                       | M  | 2                    | 2         | 2             |
| armatura superiore                                   | $A_s'$   | 393                  | 393       | 393           |
| distanza dell'armatura superiore dal lembo compresso | d'   | 40                   | 40        | 40            |
| armatura inferiore                                   | $A_s$  | 393                  | 393       | 393           |
| distanza dell'armatura inferiore dal lembo compresso | d  | 157                  | 157       | 157           |
| fattore di omogeneizzazione (sezione fessurata)      | n  | 15                   | 15        | 15            |
| altezza zona compressa [mm]                          | x  | 38                   | 38        | 38            |
| momento d'inerzia rispetto asse neutro               | $J_{TOT}$  | 101727683            | 101727683 | 101727683     |
| tensione massima calcestruzzo [Mpa]                  | $\sigma_c$   | 0.72                 | 0.72      | 0.72          |
| tensione ammissibile calcestruzzo [Mpa]              | $(\sigma_{c,rara} = 0.6 f_{ck} ; \sigma_{c,qp} = 0.45 f_{ck})$ | $0.72 < 19.2$        | -         | $0.72 < 14.4$ |
| tensione massima acciaio [Mpa]                       | $\sigma_s$ [Mpa]   | 34.3                 | 34.3      | 34.3          |
| tensione ammissibile acciaio[Mpa]                    | $(\sigma_{c,rara} = 0.8 f_{yk})$                               | $34 < 270$           | -         | -             |

Verifica a fessurazione

| riferimento normativo                                  |                                    | NTC 2018 Circolare– C4.1.2.2.4.5 |                  |                   |
|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| combinazione SLE                                       |                                    | frequente                        | q-p              |                   |
| condizioni ambientali                                  |                                    | Molto aggressive                 | Molto aggressive |                   |
| valore limite nominale                                 | $w_{lim}$                          | 0.200                            | 0.200            | mm                |
| fattore di omogeneizzazione (sezione non fessurata)    | n                                  | 6.30                             | 6.30             |                   |
| momento statico totale                                 | $S_{TOT}$                          | 20487197                         | 20487197         |                   |
| area totale omogeneizzata                              | $A_{TOT}$                          | 204946                           | 204946           |                   |
| altezza zona compressa (sezione non fessurata)         | x                                  | 100                              | 100              | mm                |
| momento d'inerzia cls totale rispetto asse neutro      | $J_{CLS}$                          | 666666929                        | 666666929        |                   |
| momento d'inerzia acciaio rispetto asse neutro         | $J_{ACC}$                          | 16937607                         | 16937607         |                   |
| momento d'inerzia rispetto asse neutro                 | $J_{TOT}$                          | 683604536                        | 683604536        |                   |
| tensione massima acciaio (sezione non fessurata) [Mpa] | $\sigma_s$                         | 10.9                             | 10.9             | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza a trazione media del calcestruzzo           | $f_{ctm}$                          | 3.02                             | 3.02             | N/mm <sup>2</sup> |
| momento di prima fessurazione                          | $M_{cr} = f_{ctm} J_{TOT} / (h-x)$ | 21                               | 21               | kNm               |
|  | $\alpha_e = E_s / E_{cm}$          | 6.30                             | 6.30             |                   |
| armatura tesa  | $A_s$                              | 393                              | 393              | mm <sup>2</sup>   |
| altezza utile della sezione                            | d                                  | 157                              | 157              |                   |
| altezza della zona compressa                           | x                                  | 37.8                             | 37.8             | mm                |
| altezza efficace                                       | $h_{c,eff}$                        | 54.1                             | 54.1             | mm                |
| area efficace  | $A_{c,eff} = b h_{c,eff}$          | 54062                            | 54062            | mm <sup>2</sup>   |
| percentuale di armatura efficace                       | $\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff}$     | 0.007                            | 0.007            |                   |
| tensione dell'acciaio teso                             | $\sigma_s$                         | 34.3                             | 34.3             | N/mm <sup>2</sup> |
|  | $k_t$                              | 0.4                              | 0.4              |                   |
| deformazione media dell'acciaio                        | $\epsilon_{sm}$                    | 0.00010                          | 0.00010          |                   |
| copriferro   | c                                  | 35                               | 35               | mm                |
| diametro armature                                      | $\emptyset$                        | 10                               | 10               | mm                |
| distanza limite barre di armature                      | $5(c+\emptyset/2)$                 | 200                              | 135              | mm                |
| distanza barre di armature                             | i                                  | 230                              | 230              | mm                |
| diametro barre equivalente                             | $\emptyset_{eq}$                   | 10.00                            | 10.00            | mm                |
| coefficienti   | $k_1$                              | 0.8                              | 0.8              |                   |
|  | $k_2$                              | 0.5                              | 0.5              |                   |
|  | $k_3$                              | 3.4                              | 3.4              |                   |
|  | $k_4$                              | 0.43                             | 0.43             |                   |
| distanza massima tra le fessure                        | $\Delta_{s,max}$                   | 208                              | 208              | mm                |

|   |   |       |       |    |
|---|---|-------|-------|----|
| valore di calcolo di apertura delle fessure | $w_d = 1,7 \varepsilon_{sm} \Delta_{s,max}$ | 0.035 | 0.035 | mm |
| verifica                                    | $w_d < w_{lim}$                             | OK    | OK    |    |

### 6.1.7. Verifica della recinzione

La parte metallica al di sopra del muro in c.a. viene realizzata con piattabande verticali in S235 a passo 150cm di spessore 10mm e altezza massima 75cm a sostegno di un telaio con grigliato.

Le piattabande sono fissate al muro con tasselli.

La recinzione viene verificata con carico orizzontale di carico pari a 1.50kN/m posto alla distanza dalla base pari a  $1.10 - 0.75 = 0.35\text{cm}$ .

La piattabanda ha sezione di base 140x10mm per poi salire a ridurre la sezione sino a 140mm dove la sezione è pari a 50x10mm e rimane costante sino alla sommità.

Si riporta la verifica della sezione 50x10mm maggiormente sollecitata con momento  $M_{Ed} = F_{SLU} \times (0.35 - 0.14\text{m})$  e la sezione di base 140x10mm con momento  $M_{Ed} = F_{SLU} \times (0.35\text{m})$ .

#### PIATTABANDA sezione minima 50x10mm

| Profilo                        |                |      |   |  |
|--------------------------------|----------------|------|---|--|
| profilo                        | Lama 50x10mm   |      |   |  |
| lunghezza del profilo          | L              | 0.75 | m |  |
| lunghezza libera d'inflessione | L <sub>e</sub> | 0.75 | m |  |

| Caratteristiche geometriche |                 | mm              | mm <sup>2</sup> | kg/m            |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| h                           | b               | A               | g               |                 |
| 50                          | 10              | 500             | 3.9             |                 |
| Caratteristiche inerziali   |                 | mm <sup>2</sup> |                 | mm <sup>4</sup> |
| A <sub>vx</sub>             | A <sub>vy</sub> | I <sub>x</sub>  | I <sub>y</sub>  |                 |
| 500                         | 500             | 104167          | 4167            |                 |
| Caratteristiche meccaniche  |                 | mm <sup>3</sup> |                 |                 |
| W <sub>ex</sub>             | W <sub>ey</sub> | W <sub>px</sub> | W <sub>py</sub> |                 |
| 4167                        | 833             | 6250            | 1250            |                 |

| Materiale |                 |                 |        |       |                   | MPa             |  |
|-----------|-----------------|-----------------|--------|-------|-------------------|-----------------|--|
| acciaio   | f <sub>yk</sub> | f <sub>tk</sub> | E      | G     | γ <sub>m0,1</sub> | γ <sub>m2</sub> |  |
| S235      | 235             | 360             | 210000 | 80769 | 1.05              | 1.25            |  |

#### Classificazione della sezione

|                       |                                    |  |  |  |  |  |
|-----------------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| riferimento normativo | Tab.4.2.III (NTC18)                |  |  |  |  |  |
|                       | $\varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2}$ |  |  |  |  |  |
|                       | 1.00                               |  |  |  |  |  |
|                       | cl. Sezione                        |  |  |  |  |  |
|                       | 3                                  |  |  |  |  |  |

#### Sollecitazioni

| combinazione | N <sub>Ed</sub><br>kN | V <sub>Ed,x</sub><br>kN | V <sub>Ed,y</sub><br>kN | M <sub>Ed,x</sub><br>kNm | M <sub>Ed,y</sub><br>kNm | T <sub>Ed</sub><br>kNm |
|--------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| SLU          |                       |                         | 3.4                     | 0.7                      |                          |                        |

#### Verifiche di resistenza

|              |     |   |  |
|--------------|-----|---|--|
| combinazione | SLU | - |  |
|--------------|-----|---|--|

#### VERIFICA DI RESISTENZA TENSIONALE

|                      |  |       |      | NTC 2018 - §4.2.4.1.2 |  |  |
|----------------------|--|-------|------|-----------------------|--|--|
| tensioni normali     | $\sigma_{z,Ed} =  N_{Ed}/A  +  M_{Ed,yy}/W_{el,yy}  +  M_{Ed,zz}/W_{el,zz} $ | 170.1 | 0.0  | N/mm <sup>2</sup>     |  |  |
| tensioni tangenziali | $\tau_{Ed} =  V_{Ed,y}/A_{vy}  +  V_{Ed,z}/A_{vz}  +  T_{Ed}/W_t $           | 6.8   | 0.0  | N/mm <sup>2</sup>     |  |  |
| tensione ideale      | $\sigma_{id,Ed} = (\sigma_{z,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2)^{1/2}$                    | 170.5 | 0.0  | N/mm <sup>2</sup>     |  |  |
| VERIFICA             | $\sigma_{id,Ed} / (f_{yk}/\gamma_{M0}) \leq 1$                               | 0.76  | 0.00 |                       |  |  |

#### PIATTABANDA sezione di base 140x10mm

| Profilo |               |
|---------|---------------|
| profilo | Lama 140x10mm |

|                                |                |      |   |
|--------------------------------|----------------|------|---|
| lunghezza del profilo          | L              | 0.75 | m |
| lunghezza libera d'inflessione | L <sub>e</sub> | 0.75 | m |

| Caratteristiche geometriche |                 | mm              | mm <sup>2</sup> | kg/m |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| h                           | b               | A               | g               |      |
| 140                         | 10              | 1400            | 11.0            |      |
| Caratteristiche inerziali   |                 | mm <sup>2</sup> | mm <sup>4</sup> |      |
| A <sub>vx</sub>             | A <sub>vy</sub> | I <sub>x</sub>  | I <sub>y</sub>  |      |
| 1400                        | 1400            | 2286667         | 11667           |      |
| Caratteristiche meccaniche  |                 |                 | mm <sup>3</sup> |      |
| W <sub>ex</sub>             | W <sub>ey</sub> | W <sub>px</sub> | W <sub>py</sub> |      |
| 32667                       | 2333            | 49000           | 3500            |      |

| Materiale |                 |                 |        |       |                   | MPa             |  |
|-----------|-----------------|-----------------|--------|-------|-------------------|-----------------|--|
| acciaio   | f <sub>yk</sub> | f <sub>tk</sub> | E      | G     | γ <sub>m0,1</sub> | γ <sub>m2</sub> |  |
| S235      | 235             | 360             | 210000 | 80769 | 1.05              | 1.25            |  |

| Classificazione della sezione      |  |  |  |  |  |                     |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|---------------------|
| riferimento normativo              |  |  |  |  |  | Tab.4.2.III (NTC18) |
| $\varepsilon = (235/f_{yk})^{1/2}$ |  |  |  |  |  | cl. Sezione         |
| 1.00                               |  |  |  |  |  | 3                   |

| Sollecitazioni |                 |                   |                   |                   |                   |                 |
|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| combinazione   | N <sub>Ed</sub> | V <sub>Ed,x</sub> | V <sub>Ed,y</sub> | M <sub>Ed,x</sub> | M <sub>Ed,y</sub> | T <sub>Ed</sub> |
|                | kN              | kN                | kN                | kNm               | kNm               | kNm             |
| SLU            |                 |                   | 3.4               | 1.2               |                   |                 |

| Verifiche di resistenza |  |     |  |
|-------------------------|--|-----|--|
| combinazione            |  | SLU |  |

| VERIFICA DI RESISTENZA TENSIONALE |  |  | NTC 2018 - §4.2.4.1.2 |                   |
|-----------------------------------|--|--|-----------------------|-------------------|
| tensioni normali                  | $\sigma_{z,Ed} =  N_{Ed}/A  +  M_{Ed,yy}/W_{el,yy}  +  M_{Ed,zz}/W_{el,zz} $ |  | 36.2                  | N/mm <sup>2</sup> |
| tensioni tangenziali              | $\tau_{Ed} =  V_{Ed,y}/A_{vy}  +  V_{Ed,z}/A_{vz}  +  T_{Ed}/W_t $           |  | 2.4                   | N/mm <sup>2</sup> |
| tensione ideale                   | $\sigma_{id,Ed} = (\sigma_{z,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2)^{1/2}$                    |  | 36.4                  | N/mm <sup>2</sup> |
| VERIFICA                          | $\sigma_{id,Ed} / (f_{yk}/\gamma_{M0}) \leq 1$                               |  | 0.16                  |                   |

### 6.1.8. Verifica connessione laterale recinzione

La connessione avviene mediante piastra spessore 10mm, con due tasselli meccanici M12 tipo Fisher FAZ II Plus 12/10. I tasselli sono posizionati in asse muro. Il tassello è posto a 70mm dall'estremità del muro.

Le azioni sono pari a:

$$F = \gamma \times f \times i = 1,5 \times 1,5 \text{ kN/m} \times 0,75 \text{ m} = 1,7 \text{ kN}$$

$$M = F \times b = 1,7 \times 0,35 = 0,6 \text{ kNm}$$

#### **Basi della progettazione**

##### **Ancorante**

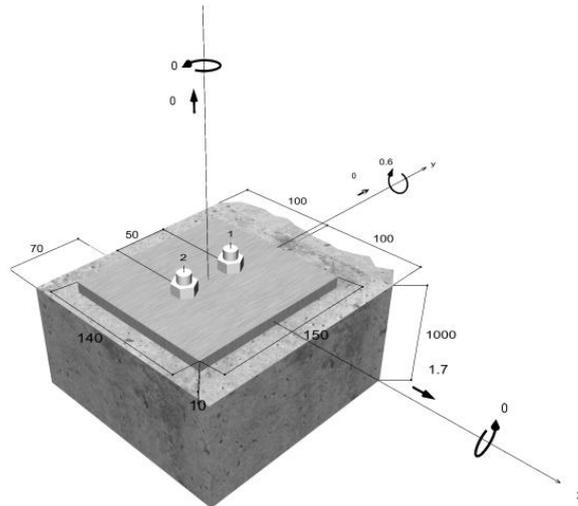
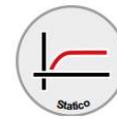
|                          |  |
|--------------------------|--|
| Sistema Ancorante        | fischer Ancorante con fascetta espandente FAZ II Plus Ancorante con fascetta espandente FAZ II Plus 12/10, Acciaio zincato |
| Profondità di ancoraggio | 50 mm  |
| Dati di progetto         | Progettazione dell'ancorante in Calcestruzzo secondo Valutazione Tecnica Europea ETA-19/0520, Opzione 1, Emesso 24/05/2023 |



##### **Geometria / Carichi**

mm, kN, kNm

Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)



Non in scala

**Dati di input**

|   |  |
|---|--|
| Metodo di progettazione                       | Metodo di progettazione EN 1992-4:2017: Ancoranti meccanici        |
| Materiale di base                             | C20/25, EN 206   |
| Condizioni calcestruzzo                       | Non fessurato, Foro asciutto                                       |
| Armatura                                      | Armatura normale o senza armatura. Senza armatura di bordo         |
| Metodo di foratura                            | RotopercuSSIONE  |
| Tipo di installazione                         | Installazione passante   |
| Spazio anulare tra foro della piastra e barra | Spazio anulare tra foro della piastra e barra non riempito         |
| Tipo di carico                                | Statico  |
| Distanziato                                   | Nessuna flessione  |
| Dimensioni piastra di ancoraggio              | Ancorante fissato sul materiale di base<br>140 mm x 150 mm x 10 mm |
| Tipo di profilo                               | Nessuno  |

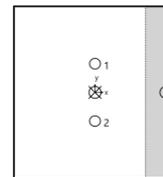
**Carichi di progetto \*)**

| # | N <sub>Ed</sub><br>kN | V <sub>Ed,x</sub><br>kN | V <sub>Ed,y</sub><br>kN | M <sub>Ed,x</sub><br>kNm | M <sub>Ed,y</sub><br>kNm | M <sub>T,Ed</sub><br>kNm | Tipo di carico |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 | 0.00                  | 1.70                    | 0.00                    | 0.00                     | 0.60                     | 0.00                     | Statico        |

\*) I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono inclusi.

**Forze risultanti sull'ancoraggio**

| Ancorante n° | Forza di trazione<br>kN | Forza di taglio<br>kN | Forza di taglio x<br>kN | Forza di taglio y<br>kN |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1            | 4.90                    | 0.85                  | 0.85                    | 0.00                    |
| 2            | 4.90                    | 0.85                  | 0.85                    | 0.00                    |



max. deformazione a compressione del calcestruzzo : 0.17 ‰  
 max. tensione di compressione del calcestruzzo : 5.0 N/mm<sup>2</sup>  
 Forza risultante di trazione : 9.80 kN , Coordinate x/y ( 0 / 0 )  
 Forza risultante di compressione : 9.80 kN , Coordinate x/y ( 61 / 0 )

**Resistenza alla combinazione di trazione e taglio**

**Utilizzo dell'acciaio**

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;2} = 0.14 \leq 1$$

$$\beta_{V,s} = \beta_{V,s;1} = 0.03 \leq 1$$

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;2}^2 + \beta_{V,s;2}^2 = 0.02 \leq 1$$

Equazione (7.55)

**Utilizzo del calcestruzzo**

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0.66 \leq 1$$

$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;1} = 0.20 \leq 1$$

$$\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} = \beta_{N,c;1}^{1.5} + \beta_{V,c;1}^{1.5} = 0.63 \leq 1$$

Equazione (7.56)

Verifica soddisfatta

6.1.9. Verifica connessione centrale recinzione

La connessione avviene mediante piastra spessore 10mm, con due tasselli meccanici M12 tipo Fisher FAZ II Plus 12/10. I tasselli sono posizionati in asse muro.

Le azioni sono pari a:

$$F = \gamma \times f \times i = 1,5 \times 1,5\text{kN/m} \times 1.50\text{m} = 3.4\text{kN}$$

$$M = F \times b = 3.4 \times 0.35 = 1.2\text{kNm}$$

## Basi della progettazione

### Ancorante

Sistema  
Ancorante  
fischer Ancorante con fascetta espandente FAZ II Plus  
Ancorante con fascetta espandente FAZ II Plus 12/10,  
Acciaio zincato

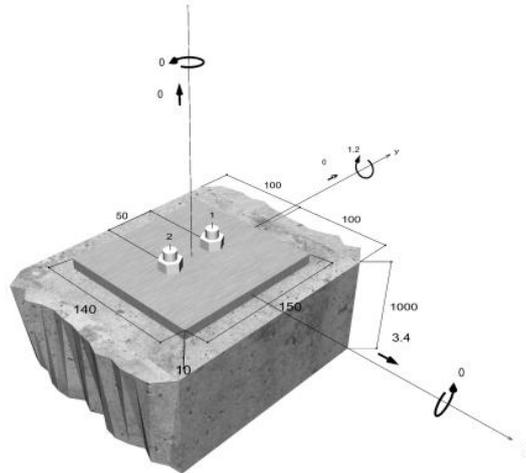
Profondità di ancoraggio  
Dati di progetto  
54 mm  
Progettazione dell'ancorante in Calcestruzzo secondo  
Valutazione Tecnica Europea ETA-19/0520, Opzione 1,  
Emesso 24/05/2023



### Geometria / Carichi

mm, kN, kNm

Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i  
coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)



Non in scala

### Dati di input

Metodo di progettazione  
Metodo di progettazione EN 1992-4:2017: Ancoranti meccanici

Materiale di base  
C20/25, EN 206

Condizioni calcestruzzo  
Armatura  
Non fessurato, Foro asciutto  
Armatura normale o senza armatura. Senza armatura di bordo

Metodo di foratura  
Rotopercolazione

Tipo di installazione  
Installazione passante

Spazio anulare tra foro della piastra e barra  
Spazio anulare tra foro della piastra e barra non riempito

Tipo di carico  
Distanziato  
Statico  
Nessuna flessione  
Ancorante fissato sul materiale di base

Dimensioni piastra di ancoraggio  
140 mm x 150 mm x 10 mm

Tipo di profilo  
Nessuno

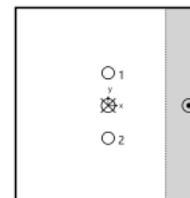
### Carichi di progetto \*)

| # | $N_{Ed}$<br>kN | $V_{Ed,x}$<br>kN | $V_{Ed,y}$<br>kN | $M_{Ed,x}$<br>kNm | $M_{Ed,y}$<br>kNm | $M_{T,Ed}$<br>kNm | Tipo di carico |
|---|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 0.00           | 3.40             | 0.00             | 0.00              | 1.20              | 0.00              | Statico        |

\*) I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono inclusi.

### Forze risultanti sull'ancoraggio

| Ancorante n° | Forza di trazione<br>kN | Forza di taglio<br>kN | Forza di taglio x<br>kN | Forza di taglio y<br>kN |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1            | 9.80                    | 1.70                  | 1.70                    | 0.00                    |
| 2            | 9.80                    | 1.70                  | 1.70                    | 0.00                    |



max. deformazione a compressione del calcestruzzo : 0.33 %  
max. tensione di compressione del calcestruzzo : 10.0 N/mm<sup>2</sup>  
Forza risultante di trazione : 19.59 kN , Coordinate x/y ( 0 / 0 )  
Forza risultante di compressione : 19.59 kN , Coordinate x/y ( 61 / 0 )

## Resistenza alla combinazione di trazione e taglio

|   |  |   |                     |
|---|--|---|---------------------|
| <b>Utilizzo dell'acciaio</b>  |  | <br>Verifica soddisfatta | Equazione<br>(7.55) |
| $\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0.28 \leq 1$ $\beta_{V,s} = \beta_{V,s;1} = 0.06 \leq 1$ $\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{V,s;1}^2 = 0.08 \leq 1$                 |  |   |                     |
| <b>Utilizzo del calcestruzzo</b>  |  | <br>Verifica soddisfatta | Equazione<br>(7.57) |
| $\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0.92 \leq 1$ $\beta_{V,c} = \beta_{V,c;1} = 0.26 \leq 1$ $\frac{\beta_N + \beta_V}{1.2} = \frac{\beta_{N,c;1} + \beta_{V,c;1}}{1.2} = 0.99 \leq 1$ |  |   |                     |

## 6.2. Muro di recinzione tratto 4

### 6.2.1. Caratteristiche della fondazione e del terreno

#### Caratteristiche del terreno

|                           |            |      |                   |
|---------------------------|------------|------|-------------------|
| angolo di attrito terreno | $\phi_d$   | 32.0 | °                 |
| angolo di scorrimento     | $\delta_d$ | 21.3 | °                 |
| peso di volume            | $\gamma_d$ | 18.5 | kN/m <sup>3</sup> |
| coesione                  | c          | 0.0  | kN/m              |

#### Caratteristiche del muro

|                     |    |       |   |
|---------------------|----|-------|---|
| altezza paramento   | H  | 2.00  | m |
| spessore paramento  | s  | 0.20  | m |
| altezza fuori terra | h  | 1.50  | m |
| spessore soletta    | sp | 0.30  | m |
| approfondimento     | D  | 0.50  | m |
| base fondazione     | B  | 1.00  | m |
| lunghezza           | L  | 10.00 | m |

### 6.2.2. Determinazione azione sismica

La porzione di struttura al di fuori del terreno ha la seguente massa:

$$m = 2 \times (0.1 \times 1.5) \times 20 + (0.2 \times 1.5) \times 25 = 13.5 \text{ kN/m}$$

considerato il tipo di struttura, l'accelerazione sismica è pari all'accelerazione di aggancio dello spettro

$$a = 0.28 \text{ 1/g}$$

l'azione sismica elastica associata è pari a:

$$f = m \times a = 3.78 \text{ kN/m}$$

### 6.2.3. Verifica a ribaltamento (GEO)

#### Verifica a ribaltamento

| condizione                 |                  |             | SLU             |                |               |               | SLV            |                 |               |               |
|----------------------------|------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|
|                            |                  |             | $\gamma_{SFav}$ | $\gamma_{FAV}$ | $M_R$ [kNm/m] | $M_S$ [kNm/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{SFav}$ | $M_R$ [kNm/m] | $M_S$ [kNm/m] |
| azione                     | forza [kN/m]     | braccio [m] |                 |                |               |               |                |                 |               |               |
| peso della struttura       | 16.00            | 0.37        |                 | 1.00           |               | 5.88          |                | 1.00            |               | 5.88          |
| peso del rivestimento      | 10.20            | 0.25        |                 | 0.80           |               | 2.04          |                | 0.80            |               | 2.04          |
| peso del terreno           | 1.85             | 0.75        |                 | 0.00           |               | 0.00          |                | 0.00            |               | 0.00          |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50             | 1.60        | 1.50            |                | 3.60          |               |                |                 |               |               |
| azione orizzontale sismica | 3.78             | 1.25        |                 |                |               |               | 1.00           |                 | 4.73          |               |
| <b>totale</b>              |                  |             |                 |                | <b>3.60</b>   | <b>7.92</b>   |                |                 | <b>4.73</b>   | <b>7.92</b>   |
| verifica                   | $\rho = M_S/M_R$ |             | 1.15 <          |                | 2.20          |               | 1.00 <         |                 | 1.68          |               |

### 6.2.4. Verifica a scorrimento (GEO)

#### Verifica a scorrimento

| condizione |              |  | SLU             |                |              |              | SLV            |                 |              |              |
|------------|--------------|--|-----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|
|            |              |  | $\gamma_{SFav}$ | $\gamma_{FAV}$ | $F_R$ [kN/m] | $F_D$ [kN/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{SFav}$ | $F_R$ [kN/m] | $F_D$ [kN/m] |
| azione     | forza [kN/m] |  |                 |                |              |              |                |                 |              |              |

|                            |                  |      |       |      |      |  |       |      |      |
|----------------------------|------------------|------|-------|------|------|--|-------|------|------|
| peso della struttura       | 16.00            |      | 1.00  |      | 6.25 |  | 1.00  |      | 6.25 |
| peso del rivestimento      | 10.20            |      | 0.80  |      | 3.19 |  | 0.80  |      | 3.19 |
| peso del terreno           | 1.85             |      | 0.00  |      | 0.00 |  | 0.00  |      | 0.00 |
| azione orizzontale cat.G   | 1.50             | 1.50 |       | 2.25 |      |  |       |      |      |
| azione orizzontale sismica | 3.78             |      |       |      |      |  | 1.00  |      | 3.78 |
| totale                     |                  |      |       | 2.25 | 9.44 |  |       | 3.78 | 9.44 |
| verifica                   | $\rho = F_D/F_R$ |      | 1.10< | 4.19 |      |  | 1.10< | 2.50 |      |

## 6.2.5. Verifica a capacità portante (GEO)

### Azioni per capacità portante

| condizione                 |        |              |             | SLU      |          |          | SLV       |          |          |          |           |
|----------------------------|--------|--------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|                            | azione | forza [kN/m] | braccio [m] | $\gamma$ | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kNm/m] | $\gamma$ | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kNm/m] |
| peso della struttura       |        | 16.00        | 0.16        | 1.50     | 24.00    |          | 3.83      | 1.00     | 16.00    |          | 2.55      |
| peso del rivestimento      |        | 10.20        | 0.25        | 1.50     | 15.30    |          | 3.83      | 1.00     | 10.20    |          | 2.55      |
| peso del terreno           |        | 1.85         | -0.25       | 1.50     | 2.78     |          | -0.69     | 1.00     | 1.85     |          | -0.46     |
| azione orizzontale cat.G   |        | 1.50         | 1.60        | 1.50     |          | 2.25     | 3.60      | 0.30     |          | 0.45     | 0.72      |
| azione orizzontale sismica |        | 3.78         | 1.25        |          |          |          |           | 1.00     |          | 3.78     | 4.73      |
| totale                     |        |              |             |          | 42.08    | 2.25     | 10.56     |          | 28.05    | 4.23     | 10.08     |

### Verifica a capacità portante

|  |       | SLU    | SLV    |     |
|--|-------|--------|--------|-----|
| momento calcolato                            | M     | 10.56  | 10.08  | kNm |
| azione verticale agente alla base del muro   | N     | 42.08  | 28.05  | kN  |
| azione orizzontale agente alla base del muro | T     | 2.25   | 4.23   | kN  |
| eccentricità                                 | e     | 0.25   | 0.36   | m   |
| base fondazione                              | B'    | 0.50   | 0.28   | m   |
| pressione in A                               | $p_A$ | -21.26 | -32.45 | kPa |
| pressione in Z                               | $p_Z$ | 105.41 | 88.55  | kPa |

Calcolo capacità in condizione drenate - Brich-Hansen 1970

| $q_{u,lim} = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0,5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$ |                           |                                 |       |       |
|---|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| coefficiente di spinta passivo  | $K_p$                     | $\tan^2(45+\phi'/2)$            | 3.25  | 3.25  |
| coefficiente di spinta a riposo   | $K_0$                     | $1-\sin(\phi')$                 | 0.47  | 0.47  |
| coefficiente di spinta attivo   | $K_a$                     | $\tan^2(45-\phi'/2)$            | 0.31  | 0.31  |
| sovraccarico ai lati della fondazione   | q                         | $D\gamma_d$                     | 9.25  | 9.25  |
| coefficienti di portata   | $N_q$                     | $e^{\pi \tan \phi'} K_p$        | 23.18 | 23.18 |
|   | $N_c$                     | $(N_q - 1) \cot \phi$           | 35.49 | 35.49 |
|   | $N_\gamma$                | $2 (N_q - 1) \tan \phi$         | 27.72 | 27.72 |
| fattori di forma  | $s_q$                     | $1+(B'/L') \tan \phi'$          | 1.03  | 1.01  |
|   | $s_c$                     | $1+(B'/L')(N_q/N_c)$            | 1.03  | 1.02  |
|   | $s_\gamma$                | $1-0,4 (B'/L')$                 | 0.98  | 0.99  |
| fattori di profondità   | $d_q$                     | #RIF!                           | 1.22  | 1.31  |
|   | $d_c$                     | $d_q - (1-d_q)/(N_c \tan \phi)$ | 1.23  | 1.33  |
|   | $d_\gamma$                | 1                               | 1.00  | 1.00  |
| fattori di inclinazione del carico<br>per c=0   | m                         | $(2+B/L)/(1+B/L)$               | 1.91  | 1.91  |
|   | $i_q$                     | $(1-T/N)^m$                     | 0.89  | 0.70  |
|   | $i_c$                     |                                 | 0.88  | 0.69  |
|   | $i_\gamma$                | $(1-T/N)^{m+1}$                 | 0.84  | 0.58  |
|   | $q_{u,lim}$               |                                 | 340   | 231   |
|   | $q_{u,d}$                 |                                 | 152   | 109   |
| rapporto di verifica a capacità portante  | $\rho_{max} \leq q_{u,d}$ |                                 | 0.69  | 0.81  |

## 6.2.6. Verifica resistenza paramento

### Azioni per verifica sezione paramento

| condizione           |          |       | SLU            |                |         | SLV     |           |                |                |         |         |           |
|----------------------|----------|-------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|
|                      | f [kN/m] | b [m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | N [kNm] | T [kNm] | M [kNm/m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | N [kNm] | T [kNm] | M [kNm/m] |
| peso della struttura | 0.34     |       |                | 1.00           | 0.34    |         |           |                | 1.00           | 0.34    |         |           |

|                            |      |      |      |  |      |      |      |      |  |      |           |
|----------------------------|------|------|------|--|------|------|------|------|--|------|-----------|
| azione orizzontale cat.G   | 1.50 | 1.30 | 1.50 |  |      | 2.25 | 2.93 |      |  |      |           |
| azione orizzontale sismica | 3.78 | 0.95 |      |  |      |      |      | 1.00 |  |      | 3.78 3.59 |
| totale                     |      |      |      |  | 0.34 | 2.25 | 2.93 |      |  | 0.34 | 3.78 3.59 |

**Paramento muro di recinzione 100x20cm**

**Geometria della sezione**

| elemento         | SETTO          |      |                 |
|------------------|----------------|------|-----------------|
| base             | b              | 100  | cm              |
| sezione          | h              | 20   | cm              |
| copriferro       | c              | 3.5  | cm              |
| altezza utile    | d              | 16   | cm              |
| area sezione cls | A <sub>c</sub> | 2000 | cm <sup>2</sup> |

**Materiale**

|                                    |                 |                 |                   |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| LIVELLO DI CONSCENZA               | Nuovo           | FC              | 1                 |
| CALCESTRUZZO [N/mm <sup>2</sup> ]: | C32/40          |                 |                   |
|                                    | f <sub>ck</sub> | f <sub>cm</sub> | f <sub>cd,f</sub> |
|                                    | 32.0            | 40.0            | 18.1              |
|                                    |                 |                 | f <sub>cd,t</sub> |
|                                    |                 |                 | 18.1              |
|                                    |                 |                 | E <sub>c</sub>    |
|                                    |                 |                 | 33346             |
| ACCIAIO [N/mm <sup>2</sup> ]:      | B450C           |                 |                   |
|                                    | f <sub>yk</sub> | f <sub>yd</sub> | E <sub>s</sub>    |
|                                    | 450             | 391             | 210000            |

**Armatura**

| ARMATURA BASE             |                       | ferri | area [mm <sup>2</sup> ] | d/p [mm] |
|---------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|----------|
| area ferri superiori      | A <sub>s'</sub>       | 5Φ10  | 393                     | 40       |
| area ferri inferiori      | A <sub>s</sub>        | 5Φ10  | 393                     | 157      |
| area ferri per torsione   | A <sub>to</sub>       |       | 0                       |          |
| Staffe - /20cm            | A <sub>f/pass</sub>   |       | 0                       | 200      |
| Staffe a torsione - /20cm | A <sub>tor/pass</sub> |       | 0                       | 200      |

**Verifica della sezione**

SOLLECITAZIONI SULLA SEZIONE

| Combo | N <sub>Ed</sub> [kN] | M <sub>Ed,x</sub> [kNm] | V <sub>Ed,y</sub> [kN] | T <sub>Ed</sub> [kN] |
|-------|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| SLU   |                      | 2.930                   | 2.250                  |                      |
| SLV   |                      | 3.590                   | 3.780                  |                      |
| SLEr  |                      | 3.590                   |                        |                      |
| SLEf  |                      | 3.590                   |                        |                      |
| SLEqp |                      | 3.590                   |                        |                      |

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Flessione

| riferimento normativo                    | NTC 2018 – 4.1.2.3.4                 | SLU  | SLV   |     |
|--|--------------------------------------|------|-------|-----|
| azione assiale di progetto               | N <sub>Ed</sub>                      | 0.00 | 0.00  | kN  |
| momento di progetto                      | M <sub>Ed</sub>                      | 2.93 | 3.59  | kNm |
| posizione asse neutro                    | x                                    | -    | -     | mm  |
| posizione asse neutro rottura bilanciata | x <sub>bil</sub>                     | 40.7 | 75.79 | mm  |
| momento resistente                       | M <sub>Rd</sub>                      | 27.2 | 27.2  | kNm |
| verifica                                 | M <sub>Ed</sub>   ≤  M <sub>Rd</sub> | 0.11 | 0.13  |     |

Taglio – elementi non armati a taglio

| riferimento normativo                 | NTC 2018 – 4.1.2.3.5.1                  |       |                   |
|---------------------------------------|---|-------|-------------------|
| area armatura longitudinale tesa      | A <sub>sl</sub>                         | 393   | mm <sup>2</sup>   |
| altezza utile                         | d                                       | 157   | mm                |
| percentuale di armatura longitudinale | ρ <sub>l</sub> = A <sub>sl</sub> / (bd) | 0.25% |                   |
| tensione media di compressione        | σ <sub>cp</sub>                         | 0.00  | N/mm <sup>2</sup> |

|   |   |      |                   |
|---|---|------|-------------------|
| resistenza a taglio minima                  | $V_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$                                      | 0.56 | N/mm <sup>2</sup> |
| taglio resistente 1                         | $V_{Rd,1} = (V_{min} + 0.15\sigma_{cp})b_w d$                             | 87.9 | kN                |
| taglio resistente 2                         | $V_{Rd,2} = (0.18 k (100 r_1 f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15\sigma_{cp})b_w d$ | 75.4 | kN                |
| taglio resistente di progetto [4.1.2.3 NTC] | $V_{Rd,cd} = \max(V_{Rd,1}; V_{Rd,2})$                                    | 87.9 | kN                |
| verifica                                    | $V_{Ed} \leq V_{Rd,cd}$   | 0.04 |                   |

VERIFICA ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Tensioni sezione fessurata)

|  |   |             |           |             |
|--|---|-------------|-----------|-------------|
| riferimento normativo                                | NTC 2018 – 4.1.2.2.5  |             |           |             |
| combinazione   |   | rara        | freq      | perm        |
| momento agente                                       | M   | 4           | 4         | 4           |
| armatura superiore                                   | A <sub>s</sub> '  | 393         | 393       | 393         |
| distanza dell'armatura superiore dal lembo compresso | d'  | 40          | 40        | 40          |
| armatura inferiore                                   | A <sub>s</sub>  | 393         | 393       | 393         |
| distanza dell'armatura inferiore dal lembo compresso | d   | 157         | 157       | 157         |
| fattore di omogeneizzazione (sezione fessurata)      | n   | 15          | 15        | 15          |
| altezza zona compressa [mm]                          | x   | 38          | 38        | 38          |
| momento d'inerzia rispetto asse neutro               | J <sub>TOT</sub>  | 101727683   | 101727683 | 101727683   |
| tensione massima calcestruzzo [Mpa]                  | σ <sub>c</sub>  | 1.33        | 1.33      | 1.33        |
| tensione ammissibile calcestruzzo [Mpa]              | (σ <sub>c,rara</sub> = 0.6 f <sub>ck</sub> ; σ <sub>c,qp</sub> = 0.45 f <sub>ck</sub> ) | 1.33 < 19.2 | -         | 1.33 < 14.4 |
| tensione massima acciaio [Mpa]                       | σ <sub>s</sub> [Mpa]  | 63.1        | 63.1      | 63.1        |
| tensione ammissibile acciaio [Mpa]                   | (σ <sub>c,rara</sub> = 0.8 f <sub>yk</sub> )  | 63 < 270    | -         | -           |

Verifica a fessurazione

|  |   |                  |                  |                   |
|--|---|------------------|------------------|-------------------|
| riferimento normativo                                  | NTC 2018 Circolare– C4.1.2.2.4.5                      |                  |                  |                   |
| combinazione SLE                                       |   | frequente        | q-p              |                   |
| condizioni ambientali                                  |   | Molto aggressive | Molto aggressive |                   |
| valore limite nominale                                 | W <sub>lim</sub>                                      | 0.200            | 0.200            | mm                |
| fattore di omogeneizzazione (sezione non fessurata)    | n   | 6.30             | 6.30             |                   |
| momento statico totale                                 | S <sub>TOT</sub>                                      | 20487197         | 20487197         |                   |
| area totale omogeneizzata                              | A <sub>TOT</sub>                                      | 204946           | 204946           |                   |
| altezza zona compressa (sezione non fessurata)         | x   | 100              | 100              | mm                |
| momento d'inerzia cls totale rispetto asse neutro      | J <sub>CLS</sub>                                      | 666666929        | 666666929        |                   |
| momento d'inerzia acciaio rispetto asse neutro         | J <sub>ACC</sub>                                      | 16937607         | 16937607         |                   |
| momento d'inerzia rispetto asse neutro                 | J <sub>TOT</sub>                                      | 683604536        | 683604536        |                   |
| tensione massima acciaio (sezione non fessurata) [Mpa] | σ <sub>s</sub>  | 10.9             | 10.9             | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza a trazione media del calcestruzzo           | f <sub>ctm</sub>                                      | 3.02             | 3.02             | N/mm <sup>2</sup> |
| momento di prima fessurazione                          | $M_{cr} = f_{ctm} J_{TOT} / (h-x)$                    | 21               | 21               | kNm               |
|  | $\alpha_e = E_s / E_{cm}$                             | 6.30             | 6.30             |                   |
| armatura tesa  | A <sub>s</sub>  | 393              | 393              | mm <sup>2</sup>   |
| altezza utile della sezione                            | d   | 157              | 157              |                   |
| altezza della zona compressa                           | x   | 37.8             | 37.8             | mm                |
| altezza efficace                                       | h <sub>c,eff</sub>                                    | 54.1             | 54.1             | mm                |
| area efficace  | A <sub>c,eff</sub> = b h <sub>c,eff</sub>             | 54062            | 54062            | mm <sup>2</sup>   |
| percentuale di armatura efficace                       | ρ <sub>eff</sub> = A <sub>s</sub> /A <sub>c,eff</sub> | 0.007            | 0.007            |                   |
| tensione dell'acciaio teso                             | σ <sub>s</sub>  | 63.1             | 63.1             | N/mm <sup>2</sup> |
|  | k <sub>t</sub>  | 0.4              | 0.4              |                   |
| deformazione media dell'acciaio                        | ε <sub>sm</sub>                                       | 0.00018          | 0.00018          |                   |
| copriferro   | c   | 35               | 35               | mm                |
| diametro armature                                      | ∅   | 10               | 10               | mm                |
| distanza limite barre di armature                      | 5(c+∅/2)  | 200              | 135              | mm                |
| distanza barre di armature                             | i   | 230              | 230              | mm                |
| diametro barre equivalente                             | ∅ <sub>eq</sub>                                       | 10.00            | 10.00            | mm                |
| coefficienti   | k <sub>1</sub>  | 0.8              | 0.8              |                   |

|   |   |       |       |    |
|---|---|-------|-------|----|
|   | $k_2$                                       | 0.5   | 0.5   |    |
|   | $k_3$                                       | 3.4   | 3.4   |    |
|   | $k_4$                                       | 0.43  | 0.43  |    |
| distanza massima tra le fessure             | $\Delta_{s,max}$                            | 208   | 208   | mm |
| valore di calcolo di apertura delle fessure | $W_d = 1,7 \varepsilon_{sm} \Delta_{s,max}$ | 0.064 | 0.064 | mm |
| verifica                                    | $W_d < W_{lim}$                             | OK    | OK    |    |

### 6.2.7. Verifica resistenza della fondazione

La verifica della sezione riguarda le armature orizzontali che intersecano la sezione di interfaccia verticale tra il paramento e lo sbordo della fondazione pari a 70cm. L'azione agente è valutata a favore di sicurezza pari alla pressione massima considerata applicata in maniera costante al di sotto della fondazione.

#### Sezione trasversale soletta

100x30cm

#### Geometria della sezione

|                  |       |       |                 |
|------------------|-------|-------|-----------------|
| elemento         |       | SETTO |                 |
| base             | b     | 100   | cm              |
| sezione          | h     | 30    | cm              |
| copriferro       | c     | 3.5   | cm              |
| altezza utile    | d     | 26    | cm              |
| area sezione cls | $A_c$ | 3000  | cm <sup>2</sup> |

#### Materiale

|                                    |          |            |            |
|------------------------------------|----------|------------|------------|
| LIVELLO DI CONSCENZA               | Nuovo    | FC         | 1          |
| CALCESTRUZZO [N/mm <sup>2</sup> ]: | C32/40   |            |            |
| $f_{ck}$                           | $f_{cm}$ | $f_{cd,f}$ | $f_{cd,t}$ |
| 32.0                               | 40.0     | 18.1       | 18.1       |
| ACCIAIO [N/mm <sup>2</sup> ]:      | B450C    |            |            |
| $f_{yk}$                           | $f_{yd}$ | $E_s$      |            |
| 450                                | 391      | 210000     |            |

#### Armatura

|                           |                |       |                         |          |
|---------------------------|----------------|-------|-------------------------|----------|
| ARMATURA BASE             |                | ferri | area [mm <sup>2</sup> ] | d/p [mm] |
| area ferri superiori      | $A_s'$         | 5Φ10  | 393                     | 40       |
| area ferri inferiori      | $A_s$          | 5Φ10  | 393                     | 257      |
| area ferri per torsione   | $A_{to}$       |       | 0                       |          |
| Staffe - /20cm            | $A_{tr/pass}$  |       | 0                       | 200      |
| Staffe a torsione - /20cm | $A_{tor/pass}$ |       | 0                       | 200      |

#### Verifica della sezione

|                              |               |                  |                 |               |
|------------------------------|---------------|------------------|-----------------|---------------|
| SOLLECITAZIONI SULLA SEZIONE |               |                  |                 |               |
| Combo                        | $N_{Ed}$ [kN] | $M_{Ed,x}$ [kNm] | $V_{Ed,y}$ [kN] | $T_{ed}$ [kN] |
| SLU                          |               | 23.520           | 67.200          |               |
| SLV                          |               | 20.335           | 58.100          |               |

#### VERIFICA DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

##### Flessione

|  |                          |       |        |     |
|--|--------------------------|-------|--------|-----|
| riferimento normativo                    | NTC 2018 – 4.1.2.3.4     | SLU   | SLV    |     |
| azione assiale di progetto               | $N_{Ed}$                 | 0.00  | 0.00   | kN  |
| momento di progetto                      | $M_{Ed}$                 | 23.52 | 20.34  | kNm |
| posizione asse neutro                    | x                        | -     | -      | mm  |
| posizione asse neutro rottura bilanciata | $x_{bil}$                | 66.6  | 124.07 | mm  |
| momento resistente                       | $M_{Rd}$                 | 42.6  | 42.6   | kNm |
| verifica                                 | $ M_{Ed}  \leq  M_{Rd} $ | 0.55  | 0.48   |     |

##### Taglio – elementi non armati a taglio

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| riferimento normativo | NTC 2018 – 4.1.2.3.5.1 |
|-----------------------|------------------------|

|   |   |       |                   |
|---|---|-------|-------------------|
| area armatura longitudinale tesa            | $A_{sl}$  | 393   | mm <sup>2</sup>   |
| altezza utile                               | $d$   | 257   | mm                |
| percentuale di armatura longitudinale       | $\rho_l = A_{sl} / (bd)$  | 0.15% |                   |
| tensione media di compressione              | $\sigma_{cp}$   | 0.00  | N/mm <sup>2</sup> |
| resistenza a taglio minima                  | $V_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$                                      | 0.51  | N/mm <sup>2</sup> |
| taglio resistente 1                         | $V_{Rd,1} = (v_{min} + 0.15\sigma_{cp})b_w d$                             | 131.4 | kN                |
| taglio resistente 2                         | $V_{Rd,2} = (0.18 k (100 r_l f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15\sigma_{cp})b_w d$ | 98.5  | kN                |
| taglio resistente di progetto [4.1.2.3 NTC] | $V_{Rd,cd} = \max(V_{Rd,1}; V_{Rd,2})$                                    | 131.4 | kN                |
| verifica                                    | $V_{Ed} \leq V_{Rd,cd}$   | 0.51  |                   |

### 6.3. Cannello

Le colonne sono poste ai lati per il sostegno delle ante. La colonna ha profilo 200x50x4mm e altezza 170cm. La colonna è fissata alla base con una piastra spessore 10mm e 4 barre filettate M12 cl. 8.8 e profondità di infissione pari a 150mm.

L'azione di verifica è paria alla spinta orizzontale di 1,5kN/m per 2m ad un'altezza di 1,1m da terra (,3m dal piano di fondazione).

#### 6.3.1. Colonna cancello

##### Colonna cancello 200x50x4mm

| Profilo                        | tubi rettangolari | Tubo 200x50x4 |   |
|--------------------------------|-------------------|---------------|---|
| lunghezza del profilo          | L                 | 1.70          | m |
| lunghezza libera d'inflessione | $L_e$             | 1.70          | m |

| Caratteristiche geometriche |    |   | mm | mm <sup>2</sup> | kg/m |
|-----------------------------|----|---|----|-----------------|------|
| h                           | b  | t | r  | A               | g    |
| 200                         | 50 | 4 | 0  | 1936            | 15   |

| Caratteristiche inerziali |          |         | mm <sup>2</sup> | mm <sup>4</sup> | mm <sup>6</sup> |
|---------------------------|----------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $A_{vx}$                  | $A_{vy}$ | $I_x$   | $I_y$           | $J_T$           | $J_w$           |
| 368                       | 1568     | 8560725 | 897925          | 2687215         | 0               |

| Caratteristiche meccaniche |          |          |          |       | mm <sup>3</sup> |
|----------------------------|----------|----------|----------|-------|-----------------|
| $W_{ex}$                   | $W_{ey}$ | $W_{px}$ | $W_{py}$ | $W_T$ |                 |
| 85607                      | 35917    | 112928   | 40328    | 72128 |                 |

| Materiale |          |          |        |       |                 | MPa           |
|-----------|----------|----------|--------|-------|-----------------|---------------|
| acciaio   | $f_{yk}$ | $f_{tk}$ | E      | G     | $\gamma_{m0,1}$ | $\gamma_{m2}$ |
| S235      | 235      | 360      | 210000 | 80769 | 1.05            | 2.05          |

| Classificazione della sezione |                                 |            |            |             | Tab.4.2.III (NTC18) |
|-------------------------------|---------------------------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| riferimento normativo         |                                 |            |            |             |                     |
| c/t                           | $\epsilon = (235/f_{yk})^{1/2}$ | cl. compr. | cl. fless. | cl. Sezione |                     |
| 10.50                         | 1.00                            | 1          | 1          | 1           |                     |

| Sollecitazioni |          |            |            |            |            |          |
|----------------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|
| combinazione   | $N_{Ed}$ | $V_{Ed,x}$ | $V_{Ed,y}$ | $M_{Ed,x}$ | $M_{Ed,y}$ | $T_{Ed}$ |
|                | kN       | kN         | kN         | kNm        | kNm        | kNm      |
| SLU            |          |            | 4.5        | 5.9        |            |          |

| Verifiche di resistenza |  |     |  |
|-------------------------|--|-----|--|
| combinazione            |  | SLU |  |
|                         |  |     |  |

| VERIFICA DI RESISTENZA TENSIONALE |  |      |     | NTC 2018 - §4.2.4.1.2 |
|-----------------------------------|--|------|-----|-----------------------|
| tensioni normali                  | $\sigma_{z,Ed} =  N_{Ed}/A  +  M_{Ed,x}/W_{el,x}  +  M_{Ed,y}/W_{el,y} $ | 68.3 | 0.0 | N/mm <sup>2</sup>     |
| tensioni tangenziali              | $\tau_{Ed} =  V_{Ed,x}/A_{vx}  +  V_{Ed,y}/A_{vy}  +  T_{Ed}/W_t $       | 2.9  | 0.0 | N/mm <sup>2</sup>     |
|                                   |  |      |     |                       |

|                 |   |      |      |                   |
|-----------------|---|------|------|-------------------|
| tensione ideale | $\sigma_{id,Ed} = (\sigma_{z,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2)^{1/2}$ | 68.5 | 0.0  | N/mm <sup>2</sup> |
| VERIFICA        | $\sigma_{id,Ed} / (f_{yk}/\gamma_{M0}) \leq 1$            | 0.31 | 0.00 |                   |

### 6.3.2. Connessione di base

#### **Basi della progettazione**

##### **Ancorante.**

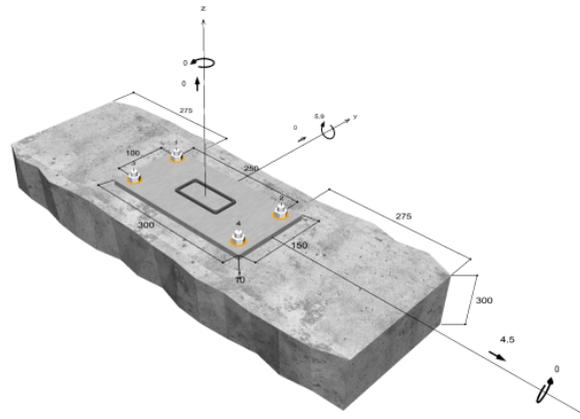
|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Sistema                        | fischer Sistema a iniezione FIS EM plus  |
| Ancorante chimico ad iniezione | FIS EM Plus 390 S  |
| Elemento di fissaggio          | Barra filettata FIS A M 12 x 180 8.8,<br>Acciaio zincato, Classe di resistenza 8.8   |
| Profondità di ancoraggio       | 150 mm   |
| Dati di progetto               | Progettazione dell'ancorante in Calcestruzzo secondo<br>Valutazione Tecnica Europea ETA-17/0979, Opzione 1,<br>Emesso 22/04/2024 |



##### **Geometria / Carichi.**

mm, kN, kNm

Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)



Non in scala

**Dati di input**

|   |  |
|---|--|
| Metodo di progettazione                       | Metodo di progettazione EN 1992-4:2017: Ancoranti chimici                |
| Materiale di base                             | C20/25, EN 206   |
| Condizioni calcestruzzo                       | Non fessurato, Foro asciutto   |
| Range di temperatura                          | 24 °C Temperatura nel lungo periodo, 40 °C Temperatura nel breve periodo |
| Armatura                                      | Armatura normale o senza armatura. Senza armatura di bordo               |
| Metodo di foratura                            | Rotopercussione  |
| Tipo di installazione                         | Installazione passante   |
| Spazio anulare tra foro della piastra e barra | Spazio anulare tra foro della piastra e barra riempito                   |
| Tipo di carico                                | Statico  |
| Distanziato                                   | Nessuna flessione  |
| Dimensioni piastra di ancoraggio              | Ancorante fissato sul materiale di base<br>300 mm x 150 mm x 10 mm       |
| Tipo di profilo                               | Profilo cavo rettangolare formato a caldo (100x50x4)                     |

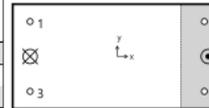
**Carichi di progetto \*)**

| # | N <sub>Ed</sub><br>kN | V <sub>Ed,x</sub><br>kN | V <sub>Ed,y</sub><br>kN | M <sub>Ed,x</sub><br>kNm | M <sub>Ed,y</sub><br>kNm | M <sub>r,Ed</sub><br>kNm | Tipo di carico |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 | 0.00                  | 4.50                    | 0.00                    | 0.00                     | 5.90                     | 0.00                     | Statico        |

\*) I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono inclusi.

**Forze risultanti sull'ancoraggio**

| Ancorante n° | Forza di trazione kN | Forza di taglio kN | Forza di taglio x kN | Forza di taglio y kN |
|--------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1            | 11.54                | 1.13               | 1.13                 | 0.00                 |
| 2            | 0.00                 | 1.13               | 1.13                 | 0.00                 |
| 3            | 11.54                | 1.13               | 1.13                 | 0.00                 |
| 4            | 0.00                 | 1.13               | 1.13                 | 0.00                 |



max. deformazione a compressione del calcestruzzo : 0.18 ‰  
 max. tensione di compressione del calcestruzzo : 5.3 N/mm<sup>2</sup>  
 Forza risultante di trazione : 23.09 kN , Coordinate x/y ( -125 / 0 )  
 Forza risultante di compressione : 23.09 kN , Coordinate x/y ( 131 / 0 )

**Resistenza alla combinazione di trazione e taglio**

**Utilizzo dell'acciaio**

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;1} = 0.26 \leq 1$$

$$\beta_{V,s} = \beta_{V,s;1} = 0.04 \leq 1$$

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;1}^2 + \beta_{V,s;1}^2 = 0.07 \leq 1$$

Equazione (7.55)

**Utilizzo del calcestruzzo**

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0.31 \leq 1$$

$$\beta_{V,c} = \beta_{V,c;2} = 0.09 \leq 1$$

$$\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5} = \beta_{N,c;1}^{1.5} + \beta_{V,c;2}^{1.5} = 0.20 \leq 1$$

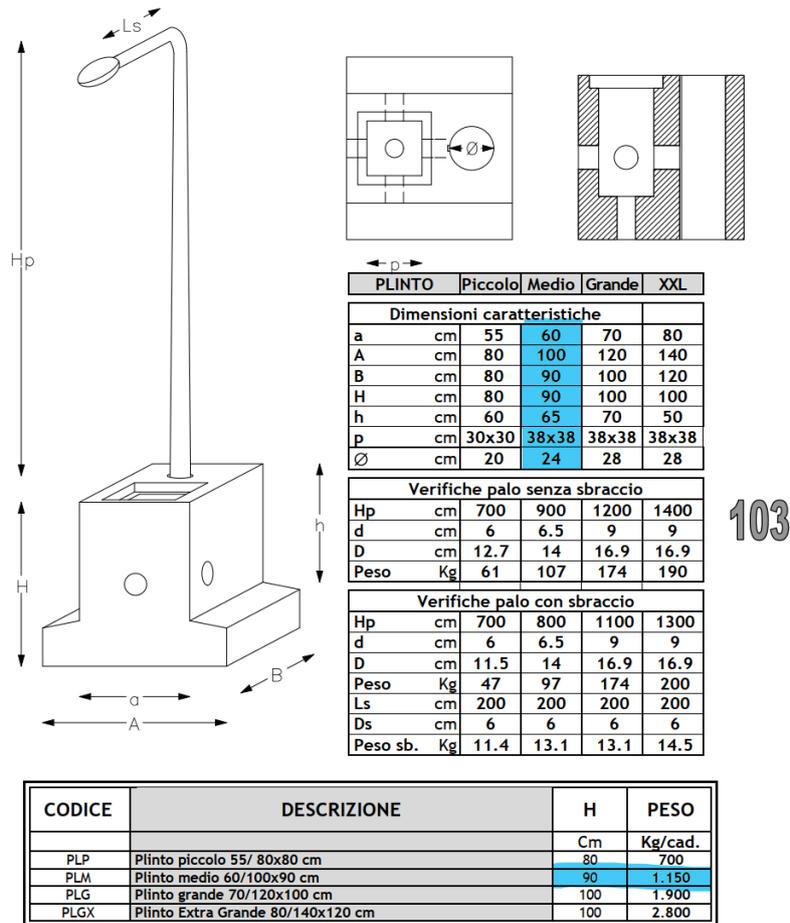
Equazione (7.56)

Verifica soddisfatta

## 6.4. Palo illuminazione

I pali previsti da progetto hanno altezza massima 8.00m.

### 6.4.1. Tipologia di plinto



### 6.4.2. Ribaltamento

#### Verifica a ribaltamento

| condizione           |                  |             | SLU            |                |               |               |
|----------------------|------------------|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| azione               | forza [kN]       | braccio [m] | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | $M_R$ [kNm/m] | $M_s$ [kNm/m] |
| peso della struttura | 12.69            | 0.45        |                | 1.00           |               | 5.71          |
| azione vento         | 0.46             | 4.90        | 1.50           |                | 3.35          |               |
| totale               |                  |             |                |                | 3.35          | 5.71          |
| verifica             | $\rho = M_s/M_R$ |             | 1.15 <         |                | 1.70          |               |

### 6.4.3. Scorrimento

#### Verifica a scorrimento

| condizione           |                  |  | SLU            |                |              |              |
|----------------------|------------------|--|----------------|----------------|--------------|--------------|
| azione               | forza [kN]       |  | $\gamma_{FAV}$ | $\gamma_{FAV}$ | $F_R$ [kN/m] | $F_D$ [kN/m] |
| peso della struttura | 12.69            |  |                | 1.00           |              | 4.96         |
| azione vento         | 0.46             |  | 1.50           |                | 0.68         |              |
| totale               |                  |  |                |                | 0.68         | 4.96         |
| verifica             | $\rho = F_D/F_R$ |  | 1.10 <         |                | 7.25         |              |

### 6.4.4. Capacità portante

#### Azioni per capacità portante

| condizione | SLU |
|------------|-----|
|            |     |

| azione               | forza [kN/m] | braccio [m] | $\gamma$ | N [kN/m] | T [kN/m] | M [kNm/m] |
|----------------------|--------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| peso della struttura | 12.69        | 0.00        | 1.50     | 19.04    |          | 0.00      |
| azione vento         | 0.46         | 4.90        | 1.50     |          | 0.68     | 3.35      |
| totale               |              |             |          | 19.04    | 0.68     | 3.35      |

### Verifica a capacità portante

|  |       | SLU   |     |
|--|-------|-------|-----|
| momento calcolato                            | M     | 3.35  | kNm |
| azione verticale agente alla base del muro   | N     | 19.04 | kN  |
| azione orizzontale agente alla base del muro | T     | 0.68  | kN  |
| eccentricità                                 | e     | 0.18  | m   |
| base fondazione                              | B'    | 0.55  | m   |
| pressione in A                               | $p_A$ | -3.67 | kPa |
| pressione in Z                               | $p_Z$ | 45.98 | kPa |

Calcolo capacità in condizione drenate - Brich-Hansen 1970

|  | $q_{u,lim} = c N_c S_c d_c i_c + q N_q S_q d_q i_q + 0,5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$ |       |     |
|--|---|-------|-----|
| coefficiente di spinta passivo           | $K_p \tan^2(45+\phi/2)$   | 3.25  |     |
| coefficiente di spinta a riposo          | $K_0 1-\sin(\phi')$   | 0.47  |     |
| coefficiente di spinta attivo            | $K_a \tan^2(45-\phi/2)$   | 0.31  |     |
| sovraccarico ai lati della fondazione    | $q D_{\gamma d}$  | 16.65 | kPa |
| coefficienti di portata                  | $N_q e^{\pi \tan \phi} K_p$   | 23.18 |     |
|  | $N_c (N_q - 1) \text{ctg } \Phi$  | 35.49 |     |
|  | $N_\gamma 2 (N_q - 1) \text{tg } \Phi$  | 27.72 |     |
| fattori di forma                         | $s_q 1+(B'/L') \text{tg } \Phi'$  | 1.34  |     |
|  | $s_c 1+(B'/L')(N_q/N_c)$  | 1.36  |     |
|  | $s_\gamma 1- 0,4 (B'/L')$   | 0.78  |     |
| fattori di profondità                    | $d_q$ #RIF!   | 1.28  |     |
|  | $d_c d_q - (1-d_q)/(N_c \tan \Phi)$   | 1.30  |     |
|  | $d_\gamma 1$  | 1.00  |     |
| fattori di inclinazione del carico       | $m (2+B/L)/(1+B/L)$   | 1.53  |     |
| per $c=0$                                | $i_q (1-T/N)^m$   | 0.95  |     |
|  | $i_c$   | 0.94  |     |
|  | $i_\gamma (1-T/N)^{m+1}$  | 0.91  |     |
|  | $q_{u,lim}$   | 728   | kPa |
|  | $q_{u,d}$   | 317   | kPa |
| rapporto di verifica a capacità portante | $p_{max} \leq q_{u,d}$  | 0.15  |     |

## 7. GIUDIZIO MOTIVATO

Ai sensi del §10.2 delle NTC 2018 spetta al progettista controllare l'attendibilità dei risultati delle elaborazioni svolte con l'ausilio di codici di calcolo. Nel caso in esame non vengono utilizzati dei programmi di software di calcolo specifici. La maggior parte delle determinazioni delle azioni sulle strutture sono state calcolate con fogli di calcolo eseguiti dallo scrivente così come per le verifiche degli elementi. Per tanto non si ritiene necessaria una verifica dei modelli utilizzati.

Udine, 05 maggio 2025

il progettista  
dott. ing. Ilaria Cimarosti