

Comune di Tramutola

Provincia di Potenza

CASA CANONICA

Chiesa SS Trinita'

Progetto di Manutenzione Straordinaria

COMMITTENTE

Curia Arcivescovile
di Potenza

R. U. P.

LOPERTE Ing. Gianluca

PROGETTISTI

NOVIELLO Arch. Antonio

MAZZIOTTA Arch. Antonio M.

| | |
|------|---|
| 01 | Relazione |
| 02 | Planimetria Catastale |
| 03 | Planimetria Generale e Stralcio Regolamento Urbanistico |
| 04 | Profili Terreno |
| 05.1 | Piante Stato di Fatto |
| 05.2 | Sezioni Stato di Fatto |
| 05.3 | Prospetti Stato di Fatto |
| 06.1 | Piante Stato Futuro |
| 06.2 | Sezioni Stato Futuro |
| 06.3 | Prospetti Stato Futuro |
| 07 | Relazione Criteri Ambientali Minimi |
| 08 | Documentazione Fotografica |
| 09.1 | Relazioni di Calcolo - Copertura - Montacarichi |
| 09.2 | Fascicoli di Calcolo - Copertura - Montacarichi |
| 09.3 | Relazione geotecnica - Copertura - Montacarichi |
| 09.4 | Relazione sui materiali - Copertura - Montacarichi |
| 09.5 | Elaborati grafici di calcolo - Copertura - Montacarichi |
| 09.6 | Piani di manutenzione - Copertura - Montacarichi |
| 09.7 | Relazioni di sintesi - Copertura - Montacarichi |
| 10 | Relazione Geologica |
| 11 | Computo Metrico |
| 12 | Elenco Prezzi |
| 13 | Incidenza Manodopera e Cronoprogramma |
| 14 | Piano di Sicurezza e Coordinamento |
| 15 | Capitolato speciale d'Appalto |
| 16 | Quadro Economico |

TRAMUTOLA

SCALA

Relazione geotecnica

Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno.

Dati identificativi

Ditta: Curia Arcivescovile potenza

Località: Piazza A. De Caro

Comune di: Tramutola

Sostituzione Copertura e Inserimento montacarichi Casa Canonica

Sommar

| | |
|---|---------------------------------------|
| Relazione geotecnica | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 1 Normativa di riferimento | 3 |
| 2 Premessa | 3 |
| Premessa | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 3 Descrizione delle opere in sito | 3 |
| Descrizione delle opere in sito | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Preferenze di geotecnica | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 4 Problemi geotecnici e scelte tipologiche | 7 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Tipologia di fondazione | 7 |
| Pianta elementi di fondazione | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 4.1 Elementi di fondazione | 8 |
| 4.1.1 Fondazioni di piastre | 8 |
| 5 Programma delle indagini e delle prove geotecniche | 8 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Vista sondaggi | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 5.1 Sondaggi del sito | 8 |
| Immagine utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Immagine utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 6 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito | 9 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Immagine utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 6.1 Terreni | 9 |
| 7 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica | 9 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Modello di fondazione | 9 |
| 8 Verifiche delle fondazioni | 11 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 8.1 Pressioni terreno in SLU | 12 |
| Tabella pressioni massime sul terreno in SLU | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 8.2 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc | 13 |
| Tabella pressioni massime sul terreno in SLVf/SLUecc | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 8.3 Pressioni terreno in SLE/SLD | 14 |
| Tabella pressioni massime sul terreno in SLE/SLD | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 8.4 Cedimenti fondazioni superficiali | 15 |
| 9 Conclusioni e prescrizioni tecniche | 15 |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 10 Allegati | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Immagine utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| Testo utente | Errore. Il segnalibro non è definito. |

1 Normativa di riferimento

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2008
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA)

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

EUROCODICE 8
Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

D.M. 11/03/1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (norma possibile se si opera in Zona sismica 4, attuali Classi I e II).

2 Premessa

Trattasi della realizzazione della fondazione in c.a. per la posa in opera di un montacarichi.
Le fondazioni che si andrà a realizzare è del tipo a platea e il piano di posa è posto a circa 1,20 m. dal piano di campagna. La fondazione sarà posta in opera su una base di magrone dello spessore di almeno 10 cm.
I riferimenti normativi, la localizzazione del terreno interessato, i nominativi del committente, del progettista architettonico, del progettista strutturale, del redattore della relazione geologica sono quelli riportati in precedenza, mentre per quanto riguarda le indagini eseguite e le problematiche emerse si rimanda alla relazione geologica alla quale si è fatto riferimento integralmente.

3 Descrizione delle opere in sito

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 14-01-08 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione 2. In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di $V_n=50$ anni per una classe d'uso II, e quindi una vita di riferimento di 50 anni (NTC18 e NTC08 §2.4.3).
L'opera è edificata in località Potenza, Tramutola; Latitudine ED50 40,3144° (40° 18' 52"); Longitudine ED50 15,7935° (15° 47' 37"); Altitudine s.l.m. 651,01 m. (coordinate esatte: 40,314383 15,79354).

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. I tre parametri fondamentali (accelerazione a_g , fattore di amplificazione F_o e periodo T^*C) si ricavano per ciascun nodo del del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica T_R previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento V_r della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_r cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3.2.I del §3.2.1 della norma; i valori di PV_r forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.
Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici:

| | |
|-------------|--------|
| PVr SLD (%) | 63 |
| Tr SLD | 50 |
| Ag/g SLD | 0.0778 |
| Fo SLD | 2.39 |
| Tc* SLD | 0.29 |
| PVr SLV (%) | 10 |
| Tr SLV | 475 |
| Ag/g SLV | 0.2599 |
| Fo SLV | 2.29 |
| Tc* SLV | 0.36 |

Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste).

Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (NTC18 e NTC08 §3.2.2). Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria B - sabbie dense o argille consistenti. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (NTC18 e NTC08 Tab. 3.2.II).

Categoria suolo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s,30$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT,30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

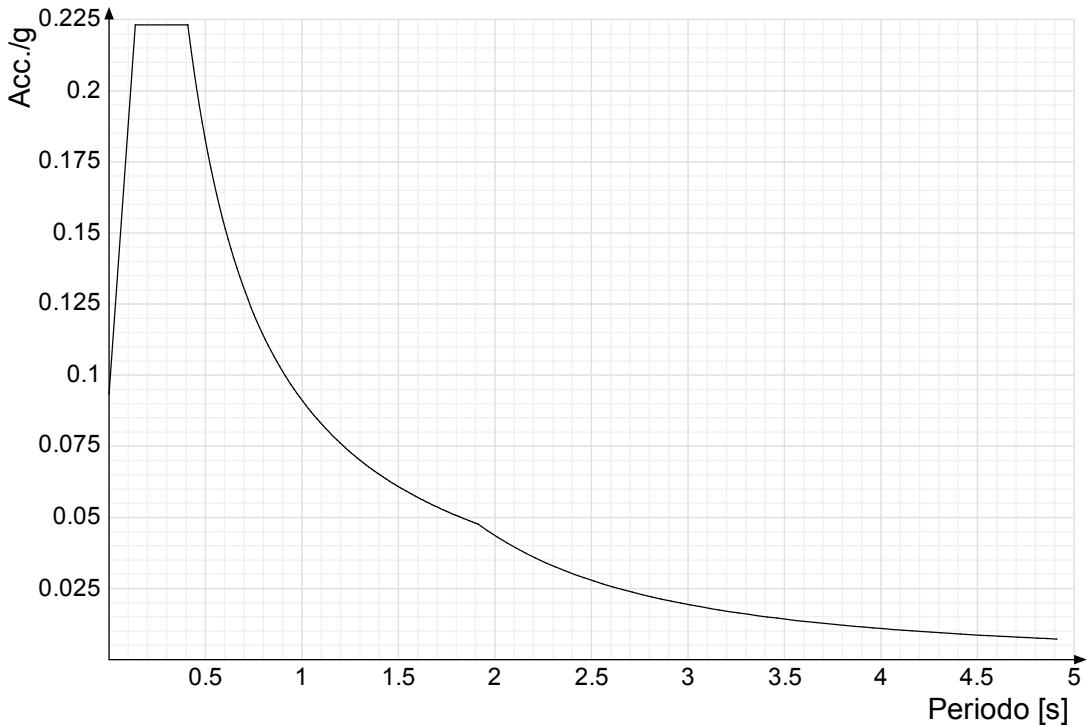
Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica, viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la categoria topografica T1. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma.

Categoria topografica T1: Superficie piana, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

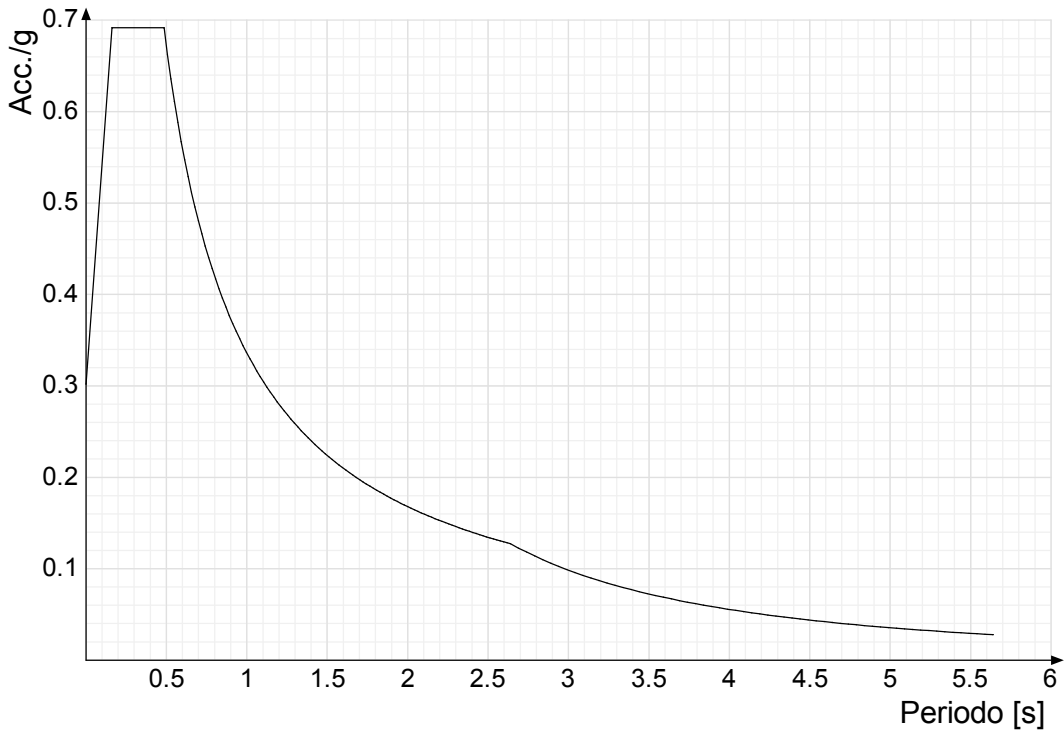
In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

| | | |
|--------------------|-------|-----|
| Ss orizzontale SLD | 1.2 | |
| Tb orizzontale SLD | 0.136 | [s] |
| Tc orizzontale SLD | 0.409 | [s] |
| Td orizzontale SLD | 1.911 | [s] |
| Ss orizzontale SLV | 1.16 | |
| Tb orizzontale SLV | 0.162 | [s] |
| Tc orizzontale SLV | 0.486 | [s] |
| Td orizzontale SLV | 2.64 | [s] |

Si riportano infine gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.
Viene mostrato lo spettro di risposta elastico "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Parametri di analisi

Si è condotta una analisi di tipo Lineare statica su una costruzione di calcestruzzo/acciaio regolare in pianta regolare in altezza.

Le parti strutturali in c.a. sono inquadrabili nella tipologia Strutture a telaio $q_0=3.0 \cdot \alpha_u/\alpha_1$, con rapporto α_u/α_1 corrispondente a Strutture a telaio di un piano $\alpha_u/\alpha_1=1.1$.

Le parti strutturali in acciaio sono inquadrabili nella tipologia b1) Strutture con controventi concentrici con diagonale tesa attiva $q_0=4.0$, con rapporto $\alpha U/\alpha_1$ corrispondente a .

Si è considerata una classe di duttilità CD"B", a cui corrispondono per la struttura in esame i seguenti fattori di struttura:

| | |
|----------------------------------|-----|
| Fattore di struttura per sisma X | 3.3 |
| Fattore di struttura per sisma Y | 3.3 |
| Fattore di struttura per sisma Z | 1.5 |

Altri parametri che influenzano l'azione sismica di progetto sono riassunti in questo prospetto:

| | | |
|--|---|-------|
| Smorzamento viscoso (%) | 5 | |
| Rotazione del sisma | 0 | [deg] |
| Quota dello '0' sismico | 0 | [cm] |
| Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default | 1 | |
| Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default | 1 | |

Nell'analisi statica ci si è riferiti ad una altezza della costruzione di 1400 cm., valutando un periodo del modo di vibrare principale della struttura pari a 0.231. I parametri adottati per l'analisi statica sono riassunti in questo prospetto:

| | | |
|---------------------|-------|------|
| Altezza costruzione | 1400 | [cm] |
| C1 | 0.05 | |
| T1 | 0.231 | [s] |
| Lambda SLD | 0.85 | |
| Lambda SLV | 0.85 | |

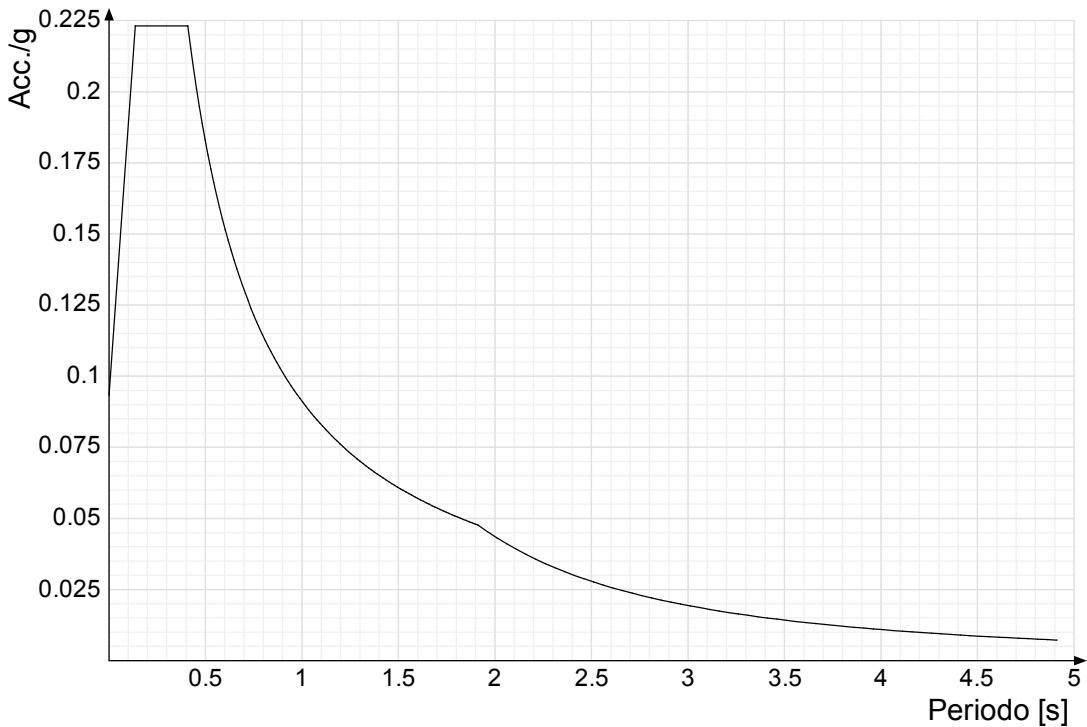
Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale, in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

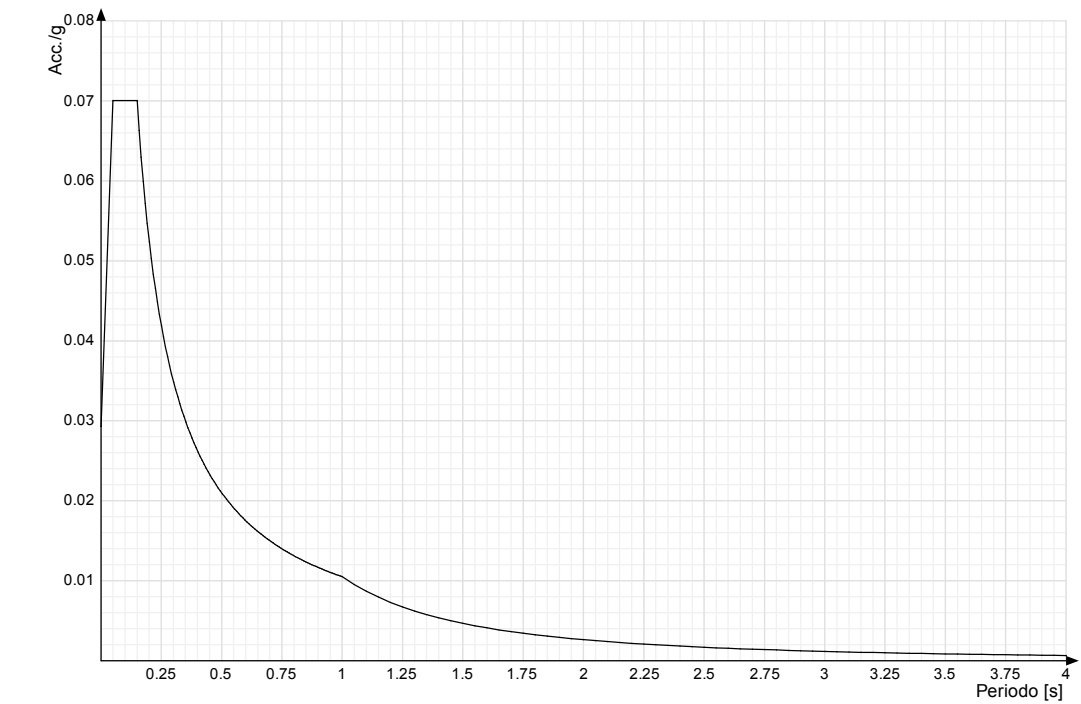
| | | |
|---|---|------|
| Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione" | 0 | [cm] |
| Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione" | 0 | [cm] |

Si riportano infine gli spettri di risposta di progetto delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

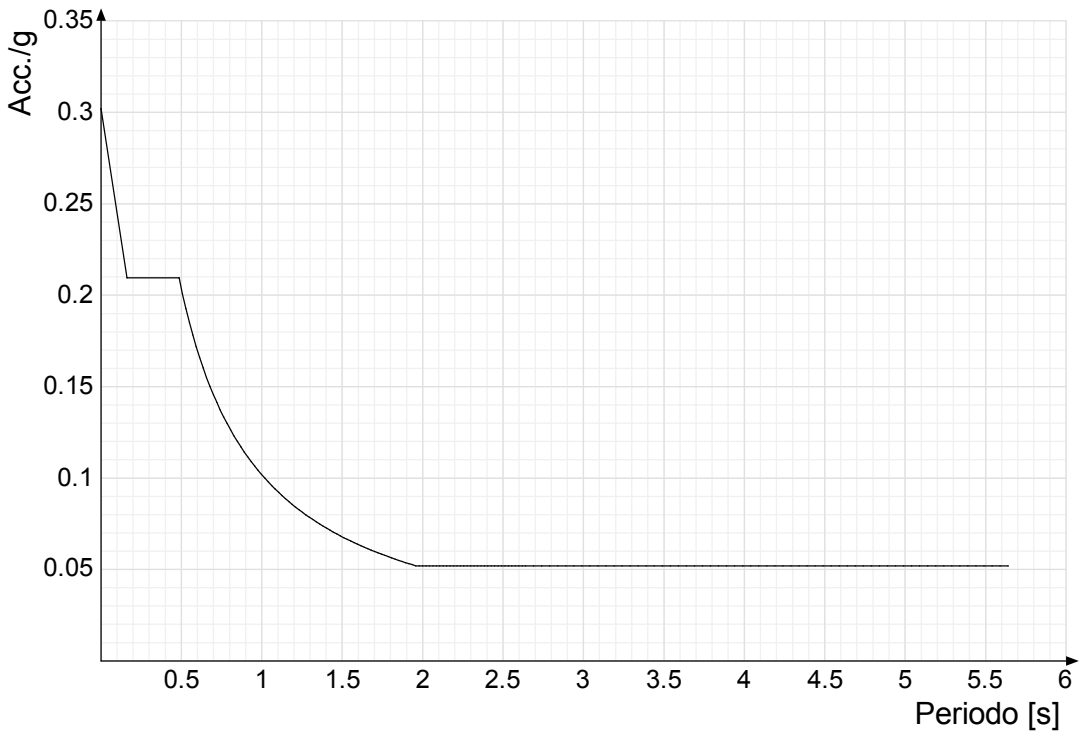
Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.4".



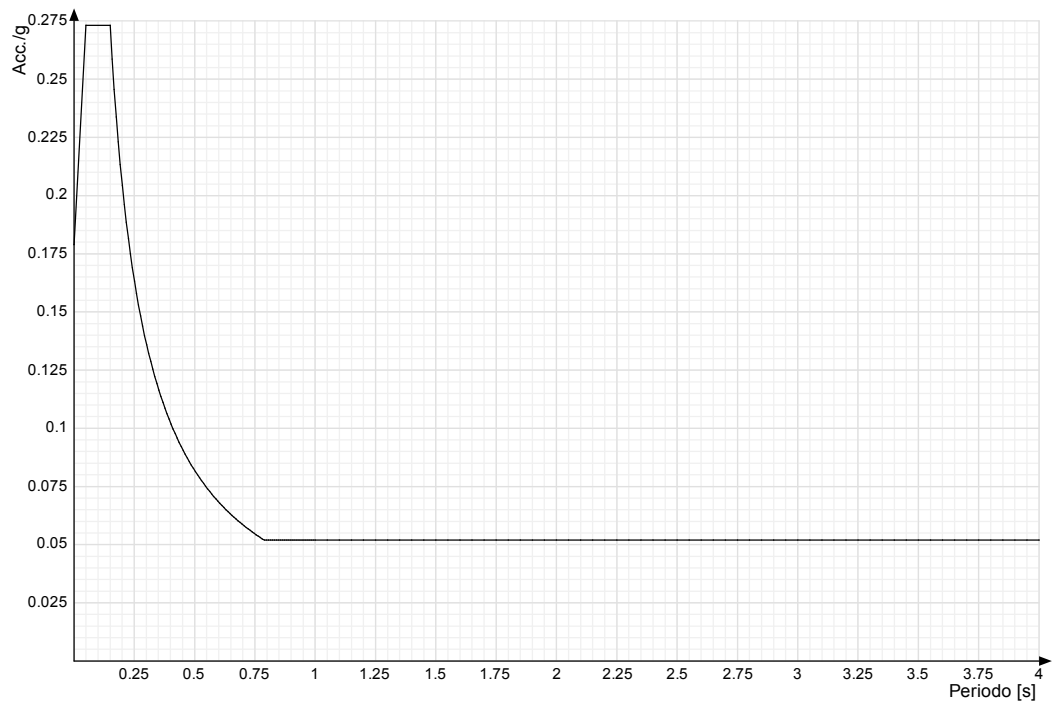
Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.4".



Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".
Questo spettro è valido anche per l'altra componente orizzontale, essendo coincidente.



Viene mostrato lo spettro di progetto "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5".



la pericolosità sismica di base del sito in esame è pari a quella indicata nella relazione geologica a cui si rimanda

4 Problemi geotecnici e scelte tipologiche

La scelta di realizzare la fondazione del tipo a platea è determinata dalle caratteristiche del terreno fondale e dai modesti scarichi dovuti alla struttura sovrastante.

Dall'analisi dei risultati delle indagini, in considerazione della stratigrafia del terreno, delle caratteristiche geomeccaniche del terreno e dei carichi trasmessi sul terreno dalla struttura si è ritenuto pertanto, di adottare una fondazione del tipo superficiale costituita una platea.

Tipologia di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata la struttura bloccata.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:

| | | |
|--|----|-------------|
| Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default) | 3 | [daN/cm³] |
| K punta palo (default) | 4 | [daN/cm³] |
| Pressione limite punta palo (default) | 10 | [daN/cm²] |

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

| | |
|---|-------|
| Metodo di calcolo della K verticale | Vesic |
| Metodo di calcolo della capacità portante | Vesic |
| Metodo di calcolo della pressione limite punta palo | Vesic |

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

| | |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali | 2.3 |
| Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali | 1.1 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione | 1.25 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta | 1.35 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione | 1.25 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta | 1.35 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione | 1.15 |
| Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione | 1.25 |
| Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate | 1.7 |

Immagine: rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

4.1 Elementi di fondazione

4.1.1 Fondazioni di piastre

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

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

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

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

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

K verticale: Coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm³]

Limite compressione: Pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm²]

Limite trazione: Pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm²]

| Descrizione breve | Stratigrafia | | | K verticale | Limite compressione | Limite trazione |
|-------------------|--------------|------------|--------------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| | Sondaggio | Estradosso | Deformazione volumetrica | | | |
| FS1 | Sondaggio | 0 | | 2,92062829626154 | 4,53278546810442 | 0,001 |

5 Programma delle indagini e delle prove geotecniche

Programma delle indagini e delle prove geotecniche: contiene il programma delle indagini e delle prove geotecniche, definito dal progettista in base alle caratteristiche dell'opera in progetto e alle presumibili caratteristiche del sottosuolo. Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. La posizione dei punti di indagine e la loro quota assoluta devono essere rilevate topograficamente e riportate in planimetria. I risultati delle indagini e prove geotecniche in sito devono essere documentati con indicazioni sui tipi di indagine condotte e le caratteristiche delle attrezzature impiegate:

Si è fatto integralmente riferimento ai dati riportati nella relazione geologica a cui si rimanda

5.1 Sondaggi del sito

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Sondaggio

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 160

Stratigrafie

Terreno: terreno mediamente uniforme presente nello strato.

Sp.: spessore dello strato. [cm]

Liqf: indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche. Con 'Da verifica' viene considerato quanto risulta dalla verifica condotta a fine calcolo solutore.

Kor,i: coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kor,s: coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kve,i: coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kve,s: coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Eel,s: modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eel,i: modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eed,s: modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eed,i: modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

CC,s: coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CC,i: coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CR,s: coefficiente di ricompressione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CR,i: coefficiente di ricompressione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

E0,s: indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

E0,i: indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

OCR,s: indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

OCR,i: indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

| Terreno | Sp. | Liqf | Kor,i | Kor,s | Kve,i | Kve,s | Eel,s | Eel,i | Eed,s | Eed,i | CC,s | CC,i | CR,s | CR,i | E0,s | E0,i | OCR,s | OCR,i |
|-----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| ST.01 canonica | 120 | No | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ST. 02 canonica | 1800 | No | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 600 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Per quanto riguarda i profili stratigrafici, ottenuti dalle perforazioni di sondaggio e dagli scavi esplorativi, ovvero delle sezioni geologiche, nonché le misure eseguite e le relative immagini, si rimanda alla relazione geologica a cui si è fatto riferimento

6 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito

Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito: contiene i profili geotecnici, cioè la successione stratigrafica considerata per la progettazione (sezioni geotecniche), il regime delle pressioni interstiziali, le caratteristiche meccaniche dei terreni e tutti gli elementi significativi del sottosuolo. L'insieme di questi dati deve permettere la determinazione dei parametri geotecnici caratteristici.

Si è fatto integralmente riferimento ai dati riportati nella relazione geologica a cui si rimanda

6.1 Terreni

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Coesione: Coesione del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata: Coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/cm²]

Attrito interno: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cla. [deg]

Adesione: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cla. Il valore è adimensionale.

K0: Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

Gamma naturale: Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm³]

Gamma saturo: Peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm³]

E: Modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm²]

Poisson: Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

| Descrizione | Coesione | Coesione non drenata | Attrito interno | Delta | Adesione | K0 | Gamma naturale | Gamma saturo | E | Poisson |
|-----------------|----------|----------------------|-----------------|-------|----------|------|----------------|--------------|-----|---------|
| Ghiaia 3 | 0 | 0 | 38 | 28 | 0 | 0.38 | 0.0019 | 0.0021 | 900 | 0.3 |
| ST.01 canonica | 0 | 0.15 | 18 | 12 | 1 | 0.69 | 0.0018 | 0.0019 | 500 | 0.44 |
| ST. 02 canonica | 0 | 0.2 | 20 | 14 | 1 | 0.66 | 0.0019 | 0.002 | 600 | 0.46 |

7 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica

Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica: contiene la descrizione del modello di calcolo adottato per il suolo, con i relativi parametri di modellazione; sono indicati anche gli eventuali metodi adottati per ricavare i parametri di modellazione ed i metodi e le condizioni con cui sono condotte le verifiche geotecniche.

Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale. Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (Rd) e quelle instabilizzanti (Ed):

$$Rd = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$|Ed| = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
 Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
 tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
 ca = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
 B, L = dimensioni della fondazione;
 alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;
 Sp = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
 gamma rs= fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento FS=Rd/Ed sia non minore di un prefissato limite.

Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al

contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

| | |
|--|--|
| gamma' | = peso di volume efficace dello strato di fondazione; |
| B | = larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$); |
| L | = lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$); |
| c | = coesione dello strato di fondazione; |
| c _u | = coesione non drenata dello strato di fondazione; |
| q | = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione; |
| N _c , N _q , N _γ | = fattori di capacità portante; |
| s _c , s _q , s _γ | = fattori di forma della fondazione; |
| d _c , d _q , d _γ | = fattori di profondità del piano di posa della fondazione; |
| i _c , i _q , i _γ | = fattori di inclinazione del carico; |
| b _c , b _q , b _γ | = fattori di inclinazione della base della fondazione; |
| g _c , g _q , g _γ | = fattori di inclinazione del piano campagna; |

Nel caso di piano di campagna inclinato ($\beta > 0$) e $\phi = 0$, Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine $0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$ con $N_\gamma = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi; \quad N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^o}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^o}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \tan \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^o}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^o}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \tan \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1 \right); \quad k = \arctg \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1 \right); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

c_a = aderenza alla base della fondazione;

ν = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ($\nu = 0$ se orizzontale);

β = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'**effetto inerziale** prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'**effetto cinematico** si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\lg \phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_\gamma = e_q$$

8 Verifiche delle fondazioni

Verifiche delle fondazioni: contiene la descrizione degli stati limite considerati, gli approcci e le combinazioni di calcolo adottate; vengono poi elencate le pressioni e gli spostamenti massimi e minimi raggiunti nei diversi SL e le verifiche condotte sulle fondazioni presenti, superficiali e profonde.

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Le seguenti verifiche delle fondazioni sono state condotte secondo l'approccio [2].

I risultati delle verifiche sono riportati nel fascicolo dei calcoli a cui si rimanda.

8.1 Pressioni terreno in SLU

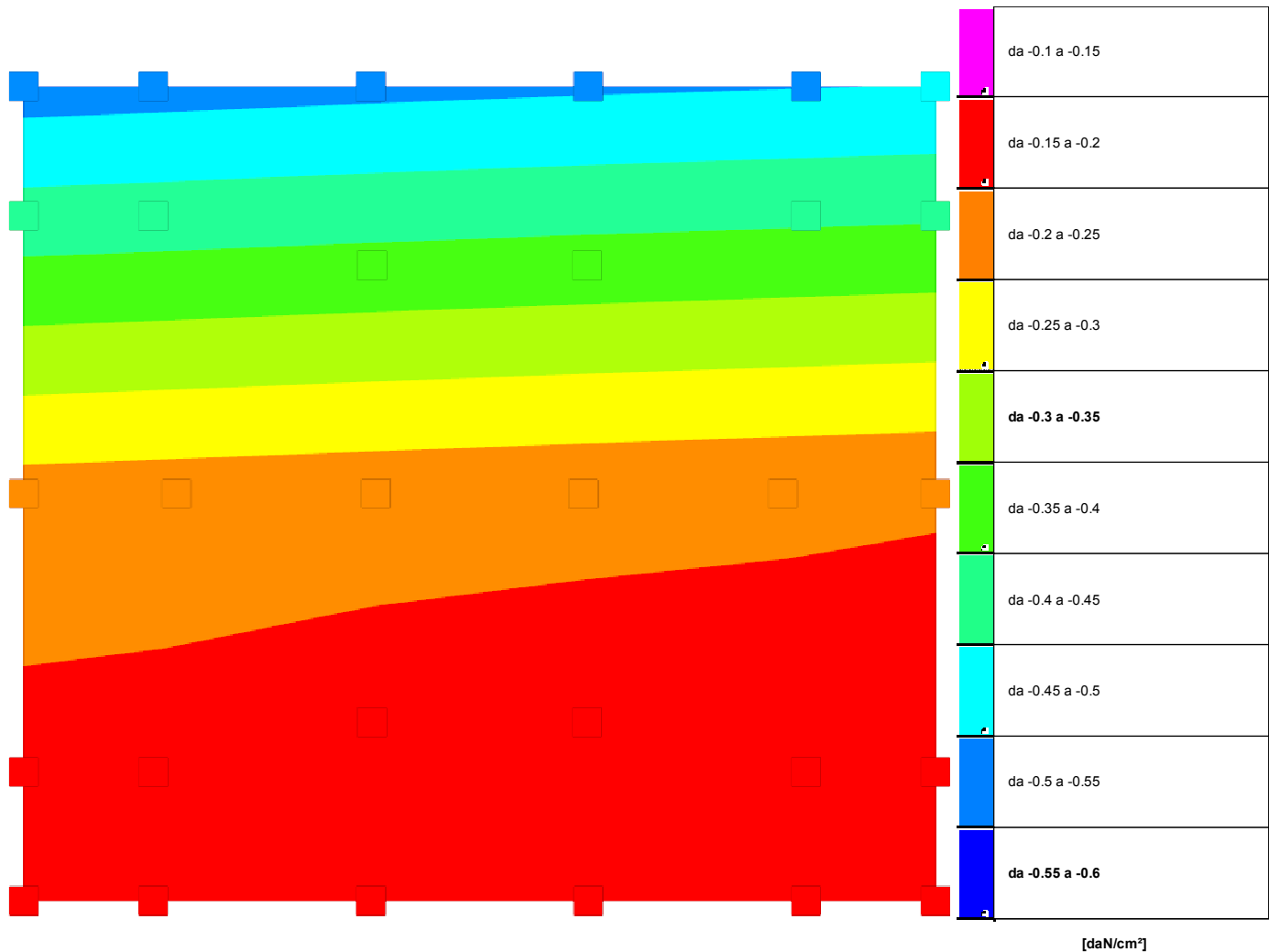


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -0.52263 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLU 8.

Spostamento estremo minimo -0.17895 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLU 8.

Spostamento estremo massimo 0.0437 al nodo di indice 7, di coordinate x = 175, y = -15, z = -20, nel contesto SLU 2.

| Nodo | | Pressione minima | | Pressione massima | | |
|------|-------|------------------|----------|-------------------|----------|----------|
| Ind. | Cont. | uz | Valore | Cont. | uz | Valore |
| 2 | SLU 7 | -0.05959 | -0.17405 | SLU 2 | 0.04059 | 0.11856 |
| 3 | SLU 7 | -0.05892 | -0.17209 | SLU 2 | 0.04102 | 0.1198 |
| 4 | SLU 7 | -0.05779 | -0.16879 | SLU 2 | 0.04166 | 0.12166 |
| 5 | SLU 7 | -0.05672 | -0.16566 | SLU 2 | 0.04238 | 0.12379 |
| 6 | SLU 7 | -0.05571 | -0.16272 | SLU 2 | 0.04323 | 0.12625 |
| 7 | SLU 7 | -0.05511 | -0.16096 | SLU 2 | 0.0437 | 0.12764 |
| 8 | SLU 7 | -0.0624 | -0.18225 | SLU 2 | 0.0114 | 0.03329 |
| 9 | SLU 7 | -0.06173 | -0.1803 | SLU 2 | 0.01184 | 0.03458 |
| 10 | SLU 7 | -0.05852 | -0.17092 | SLU 2 | 0.01408 | 0.04114 |
| 11 | SLU 7 | -0.05792 | -0.16915 | SLU 2 | 0.01455 | 0.0425 |
| 12 | SLU 7 | -0.06166 | -0.18008 | SLU 2 | 0.0014 | 0.00408 |
| 13 | SLU 7 | -0.0606 | -0.17698 | SLU 2 | 0.00214 | 0.00625 |
| 14 | SLU 8 | -0.07839 | -0.22896 | SLU 1 | -0.04134 | -0.12074 |
| 15 | SLU 8 | -0.07694 | -0.22472 | SLU 1 | -0.0414 | -0.12092 |
| 16 | SLU 8 | -0.07507 | -0.21926 | SLU 1 | -0.04148 | -0.12116 |
| 17 | SLU 8 | -0.07321 | -0.21382 | SLU 1 | -0.04158 | -0.12145 |
| 18 | SLU 8 | -0.07151 | -0.20885 | SLU 1 | -0.04169 | -0.12176 |
| 19 | SLU 8 | -0.07022 | -0.20507 | SLU 1 | -0.04177 | -0.12199 |
| 20 | SLU 8 | -0.13133 | -0.38357 | SLU 1 | -0.04161 | -0.12152 |
| 21 | SLU 8 | -0.12937 | -0.37783 | SLU 1 | -0.04171 | -0.12182 |
| 22 | SLU 8 | -0.14703 | -0.42941 | SLU 1 | -0.04149 | -0.12118 |
| 23 | SLU 8 | -0.14576 | -0.4257 | SLU 1 | -0.04155 | -0.12135 |
| 24 | SLU 8 | -0.1398 | -0.40831 | SLU 1 | -0.04186 | -0.12225 |
| 25 | SLU 8 | -0.13873 | -0.40518 | SLU 1 | -0.04192 | -0.12244 |
| 26 | SLU 8 | -0.17895 | -0.52263 | SLU 1 | -0.04155 | -0.12135 |
| 27 | SLU 8 | -0.17765 | -0.51885 | SLU 1 | -0.04161 | -0.12152 |
| 28 | SLU 8 | -0.17537 | -0.5122 | SLU 1 | -0.0417 | -0.12178 |
| 29 | SLU 8 | -0.17337 | -0.50634 | SLU 1 | -0.0418 | -0.12208 |
| 30 | SLU 8 | -0.17165 | -0.50133 | SLU 1 | -0.04192 | -0.12242 |
| 31 | SLU 8 | -0.1706 | -0.49825 | SLU 1 | -0.04198 | -0.12261 |

8.2 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc

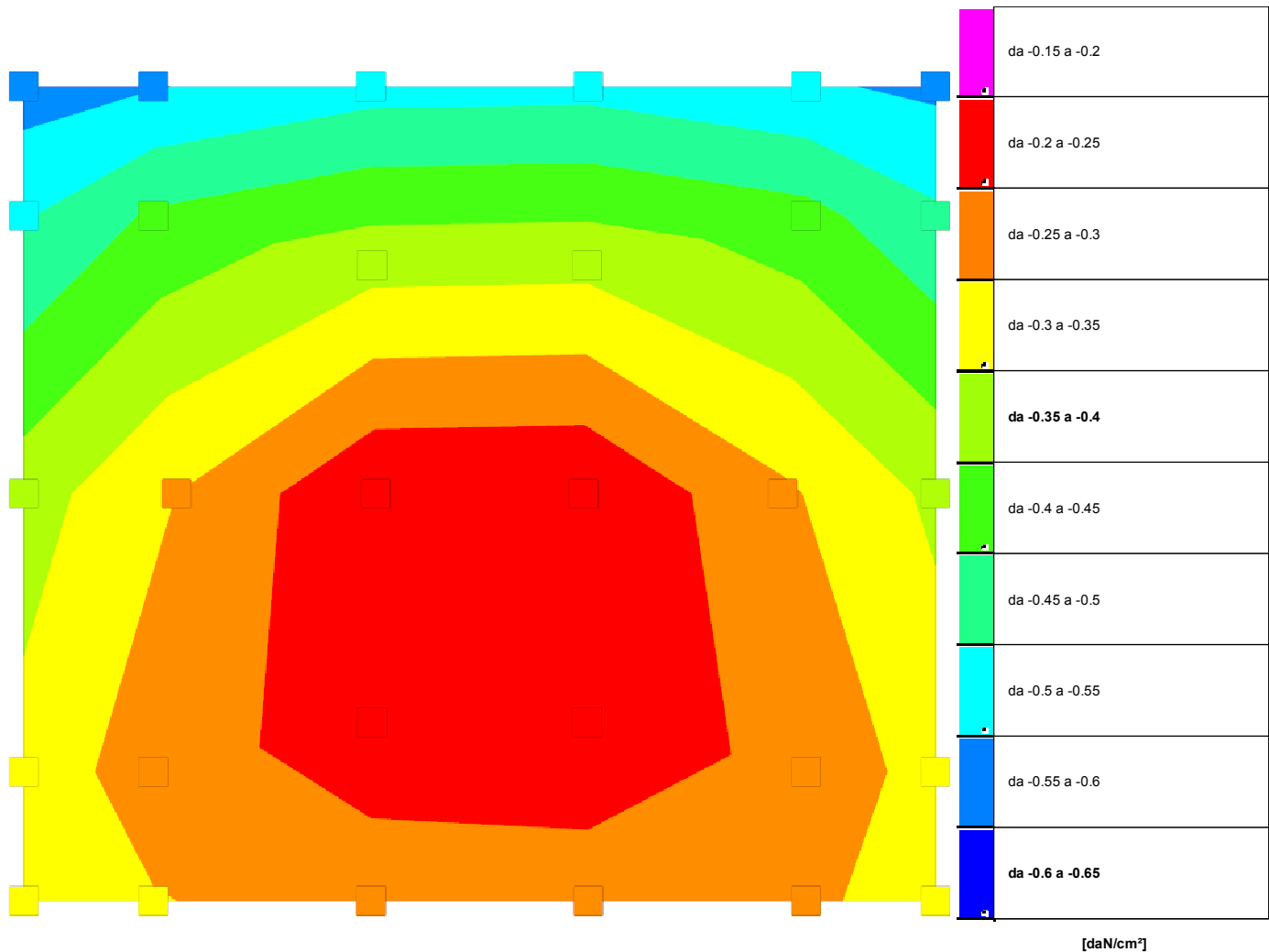


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -0.57309 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 7.

Spostamento estremo minimo -0.19622 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 7.

Spostamento estremo massimo 0.09038 al nodo di indice 7, di coordinate x = 175, y = -15, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 7.

| Nodo | | Pressione minima | | | Pressione massima | | |
|------|-----------|------------------|----------|-----------|-------------------|----------|--|
| Ind. | Cont. | uz | Valore | Cont. | uz | Valore | |
| 2 | SLV FO 5 | -0.11081 | -0.32364 | SLV FO 11 | 0.08574 | 0.2504 | |
| 3 | SLV FO 5 | -0.10397 | -0.30367 | SLV FO 11 | 0.08017 | 0.23414 | |
| 4 | SLV FO 5 | -0.0925 | -0.27015 | SLV FO 11 | 0.07075 | 0.20664 | |
| 5 | SLV FO 9 | -0.09156 | -0.26742 | SLV FO 7 | 0.07188 | 0.20995 | |
| 6 | SLV FO 9 | -0.1011 | -0.29528 | SLV FO 7 | 0.0835 | 0.24388 | |
| 7 | SLV FO 9 | -0.10676 | -0.31182 | SLV FO 7 | 0.09038 | 0.26397 | |
| 8 | SLV FO 1 | -0.11426 | -0.33372 | SLV FO 15 | 0.06214 | 0.18148 | |
| 9 | SLV FO 5 | -0.0932 | -0.27221 | SLV FO 11 | 0.04235 | 0.1237 | |
| 10 | SLV FO 9 | -0.09028 | -0.26366 | SLV FO 7 | 0.04567 | 0.13338 | |
| 11 | SLV FO 13 | -0.11003 | -0.32135 | SLV FO 3 | 0.06663 | 0.19462 | |
| 12 | SLV FO 5 | -0.07753 | -0.22643 | SLV FO 11 | 0.01848 | 0.05399 | |
| 13 | SLV FO 9 | -0.07656 | -0.22362 | SLV FO 7 | 0.01958 | 0.0572 | |
| 14 | SLV FO 3 | -0.12774 | -0.37309 | SLV FO 13 | 0.01751 | 0.05115 | |
| 15 | SLV FO 3 | -0.1026 | -0.29965 | SLV FO 13 | -0.00606 | -0.01769 | |
| 16 | SLV FO 3 | -0.06983 | -0.20395 | SLV FO 13 | -0.0368 | -0.10747 | |
| 17 | SLV FO 13 | -0.06882 | -0.20101 | SLV FO 3 | -0.0358 | -0.10455 | |
| 18 | SLV FO 13 | -0.09966 | -0.29107 | SLV FO 3 | -0.00313 | -0.00914 | |
| 19 | SLV FO 13 | -0.12332 | -0.36018 | SLV FO 3 | 0.02192 | 0.06402 | |
| 20 | SLV FO 7 | -0.12522 | -0.36573 | SLV FO 9 | -0.0291 | -0.08498 | |
| 21 | SLV FO 11 | -0.12415 | -0.3626 | SLV FO 5 | -0.02805 | -0.08193 | |
| 22 | SLV FO 3 | -0.17272 | -0.50446 | SLV FO 13 | 0.00432 | 0.01263 | |
| 23 | SLV FO 7 | -0.15145 | -0.44232 | SLV FO 9 | -0.01559 | -0.04554 | |
| 24 | SLV FO 11 | -0.14824 | -0.43297 | SLV FO 5 | -0.01239 | -0.03619 | |
| 25 | SLV FO 15 | -0.1682 | -0.49125 | SLV FO 1 | 0.00872 | 0.02548 | |
| 26 | SLV FO 7 | -0.19622 | -0.57309 | SLV FO 9 | 0.00078 | 0.00227 | |
| 27 | SLV FO 7 | -0.18927 | -0.5528 | SLV FO 9 | -0.00478 | -0.01397 | |
| 28 | SLV FO 7 | -0.17752 | -0.51848 | SLV FO 9 | -0.01411 | -0.04122 | |
| 29 | SLV FO 11 | -0.17644 | -0.51531 | SLV FO 5 | -0.01305 | -0.03811 | |
| 30 | SLV FO 11 | -0.18607 | -0.54345 | SLV FO 5 | -0.00154 | -0.0045 | |
| 31 | SLV FO 11 | -0.19176 | -0.56007 | SLV FO 5 | 0.00529 | 0.01545 | |

8.3 Pressioni terreno in SLE/SLD

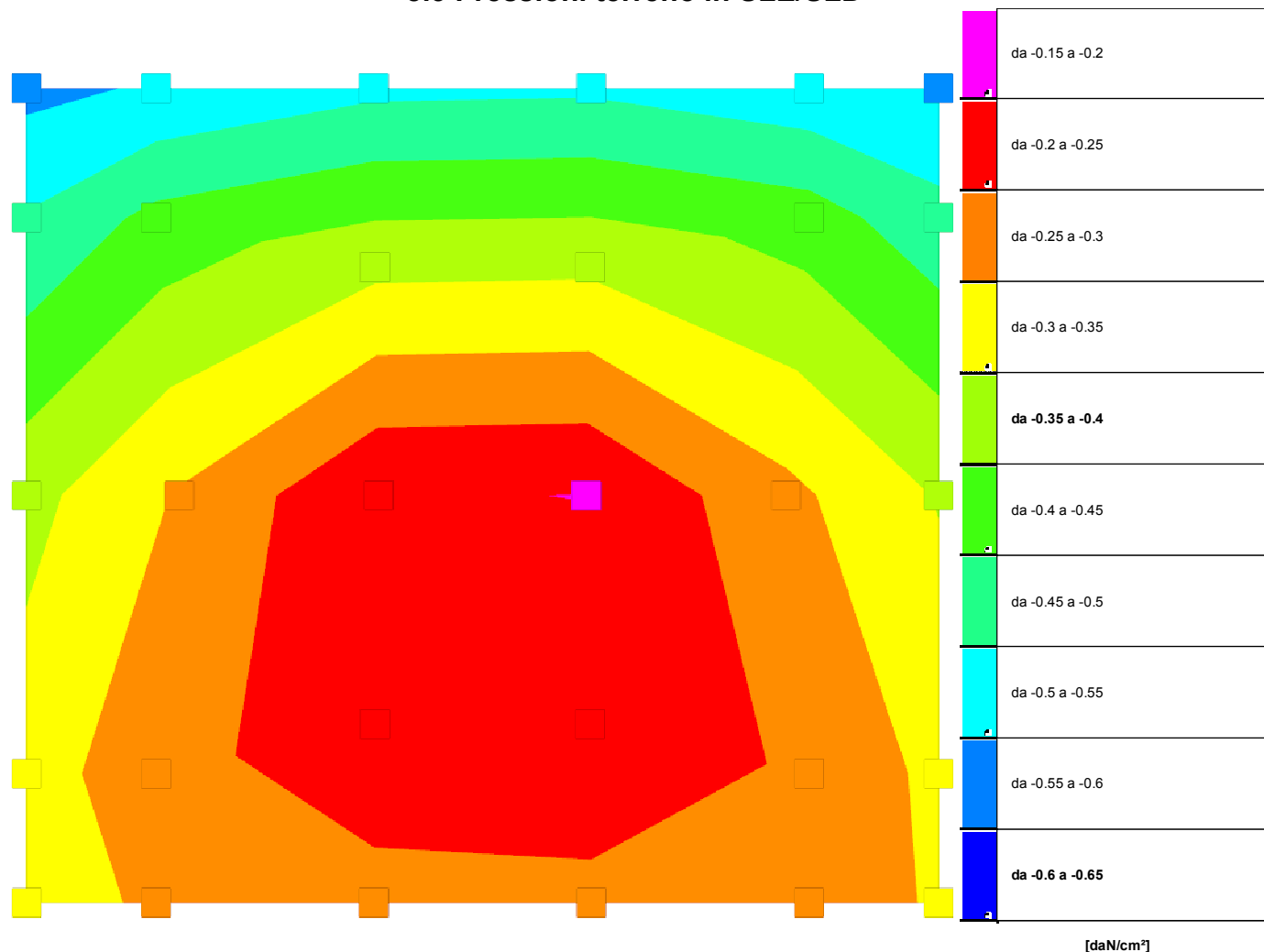


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -0.56389 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLD 7.

Spostamento estremo minimo -0.19307 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLD 7.

Spostamento estremo massimo 0.08723 al nodo di indice 7, di coordinate x = 175, y = -15, z = -20, nel contesto SLD 7.

| Nodo | | Pressione minima | | Pressione massima | | |
|------|--------|------------------|----------|-------------------|----------|----------|
| Ind. | Cont. | uz | Valore | Cont. | uz | Valore |
| 2 | SLD 5 | -0.10767 | -0.31446 | SLD 11 | 0.08259 | 0.24122 |
| 3 | SLD 5 | -0.10103 | -0.29507 | SLD 11 | 0.07722 | 0.22554 |
| 4 | SLD 5 | -0.08989 | -0.26252 | SLD 11 | 0.06814 | 0.19902 |
| 5 | SLD 9 | -0.08895 | -0.25979 | SLD 7 | 0.06927 | 0.20231 |
| 6 | SLD 9 | -0.09815 | -0.28666 | SLD 7 | 0.08055 | 0.23526 |
| 7 | SLD 9 | -0.10361 | -0.30261 | SLD 7 | 0.08723 | 0.25477 |
| 8 | SLD 1 | -0.11144 | -0.32549 | SLD 15 | 0.05932 | 0.17324 |
| 9 | SLD 5 | -0.09104 | -0.26588 | SLD 11 | 0.04019 | 0.11737 |
| 10 | SLD 9 | -0.0881 | -0.25731 | SLD 7 | 0.04349 | 0.12703 |
| 11 | SLD 13 | -0.1072 | -0.3131 | SLD 3 | 0.06381 | 0.18637 |
| 12 | SLD 5 | -0.07599 | -0.22194 | SLD 11 | 0.01695 | 0.0495 |
| 13 | SLD 9 | -0.07503 | -0.21913 | SLD 7 | 0.01805 | 0.05271 |
| 14 | SLD 3 | -0.12542 | -0.3663 | SLD 13 | 0.01519 | 0.04437 |
| 15 | SLD 3 | -0.10105 | -0.29514 | SLD 13 | -0.0076 | -0.0222 |
| 16 | SLD 3 | -0.0693 | -0.20241 | SLD 13 | -0.03732 | -0.10901 |
| 17 | SLD 13 | -0.06829 | -0.19946 | SLD 3 | -0.03632 | -0.10609 |
| 18 | SLD 13 | -0.09812 | -0.28656 | SLD 3 | -0.00467 | -0.01365 |
| 19 | SLD 13 | -0.121 | -0.35339 | SLD 3 | 0.0196 | 0.05723 |
| 20 | SLD 7 | -0.12369 | -0.36124 | SLD 9 | -0.03063 | -0.08947 |
| 21 | SLD 11 | -0.12261 | -0.35811 | SLD 5 | -0.02959 | -0.08642 |
| 22 | SLD 3 | -0.16989 | -0.4962 | SLD 13 | 0.00149 | 0.00436 |
| 23 | SLD 7 | -0.14928 | -0.43598 | SLD 9 | -0.01776 | -0.05188 |
| 24 | SLD 11 | -0.14607 | -0.42662 | SLD 5 | -0.01456 | -0.04253 |
| 25 | SLD 15 | -0.16537 | -0.48298 | SLD 1 | 0.0059 | 0.01722 |
| 26 | SLD 7 | -0.19307 | -0.56389 | SLD 9 | -0.00237 | -0.00693 |
| 27 | SLD 7 | -0.18632 | -0.54418 | SLD 9 | -0.00773 | -0.02258 |
| 28 | SLD 7 | -0.17491 | -0.51085 | SLD 9 | -0.01673 | -0.04885 |
| 29 | SLD 11 | -0.17383 | -0.50768 | SLD 5 | -0.01566 | -0.04574 |
| 30 | SLD 11 | -0.18312 | -0.53484 | SLD 5 | -0.00449 | -0.01312 |
| 31 | SLD 11 | -0.18861 | -0.55087 | SLD 5 | 0.00214 | 0.00624 |

8.4 Cedimenti fondazioni superficiali

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Spostamento nodale massimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Spostamento nodale minimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Cedimento elastico: Cedimento teorico elastico massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo.

v.: Valore del cedimento teorico elastico massimo. [cm]

Cedimento edometrico: Cedimento teorico edometrico massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico edometrico massimo.

v.: Valore del cedimento teorico edometrico massimo. [cm]

Cedimento di consolidazione: Cedimento teorico di consolidazione massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico di consolidazione massimo.

v.: Valore del cedimento teorico di consolidazione massimo. [cm]

Spostamento estremo minimo -0.19307 al nodo di indice 26, di coordinate x = -15, y = 155, z = -20, nel contesto SLD 7.

Spostamento estremo massimo 0.08723 al nodo di indice 7, di coordinate x = 175, y = -15, z = -20, nel contesto SLD 7.

| Nodo Ind. | Spostamento nodale massimo | | | Spostamento nodale minimo | | | Cedimento elastico | | Cedimento edometrico | | Cedimento di consolidazione | |
|--------------|----------------------------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|--------------------|----|----------------------|----|-----------------------------|----|
| | Cont. | uz | Press. | Cont. | uz | Press. | Cont. | v. | Cont. | v. | Cont. | v. |
| 2 | SLD 11 | 0.08259 | 0.24122 | SLD 5 | -0.10767 | -0.31446 | | | | | | |
| 3 | SLD 11 | 0.07722 | 0.22554 | SLD 5 | -0.10103 | -0.29507 | | | | | | |
| 4 | SLD 11 | 0.06814 | 0.19902 | SLD 5 | -0.08989 | -0.26252 | | | | | | |
| 5 | SLD 7 | 0.06927 | 0.20231 | SLD 9 | -0.08895 | -0.25979 | | | | | | |
| 6 | SLD 7 | 0.08055 | 0.23526 | SLD 9 | -0.09815 | -0.28666 | | | | | | |
| 7 | SLD 7 | 0.08723 | 0.25477 | SLD 9 | -0.10361 | -0.30261 | | | | | | |
| 8 | SLD 15 | 0.05932 | 0.17324 | SLD 1 | -0.11144 | -0.32549 | | | | | | |
| 9 | SLD 11 | 0.04019 | 0.11737 | SLD 5 | -0.09104 | -0.26588 | | | | | | |
| 10 | SLD 7 | 0.04349 | 0.12703 | SLD 9 | -0.0881 | -0.25731 | | | | | | |
| 11 | SLD 3 | 0.06381 | 0.18637 | SLD 13 | -0.1072 | -0.3131 | | | | | | |
| 12 | SLD 11 | 0.01695 | 0.0495 | SLD 5 | -0.07599 | -0.22194 | | | | | | |
| 13 | SLD 7 | 0.01805 | 0.05271 | SLD 9 | -0.07503 | -0.21913 | | | | | | |
| 14 | SLD 13 | 0.01519 | 0.04437 | SLD 3 | -0.12542 | -0.3663 | | | | | | |
| 15 | SLD 13 | -0.0076 | -0.0222 | SLD 3 | -0.10105 | -0.29514 | | | | | | |
| 16 | SLD 13 | -0.03732 | -0.10901 | SLD 3 | -0.0693 | -0.20241 | | | | | | |
| 17 | SLD 3 | -0.03632 | -0.10609 | SLD 13 | -0.06829 | -0.19946 | | | | | | |
| 18 | SLD 3 | -0.00467 | -0.01365 | SLD 13 | -0.09812 | -0.28656 | | | | | | |
| 19 | SLD 3 | 0.0196 | 0.05723 | SLD 13 | -0.121 | -0.35339 | | | | | | |
| 20 | SLD 9 | -0.03063 | -0.08947 | SLD 7 | -0.12369 | -0.36124 | | | | | | |
| 21 | SLD 5 | -0.02959 | -0.08642 | SLD 11 | -0.12261 | -0.35811 | | | | | | |
| 22 | SLD 13 | 0.00149 | 0.00436 | SLD 3 | -0.16989 | -0.4962 | | | | | | |
| 23 | SLD 9 | -0.01776 | -0.05188 | SLD 7 | -0.14928 | -0.43598 | | | | | | |
| 24 | SLD 5 | -0.01456 | -0.04253 | SLD 11 | -0.14607 | -0.42662 | | | | | | |
| 25 | SLD 1 | 0.0059 | 0.01722 | SLD 15 | -0.16537 | -0.48298 | | | | | | |
| 26 | SLD 9 | -0.00237 | -0.00693 | SLD 7 | -0.19307 | -0.56389 | | | | | | |
| 27 | SLD 9 | -0.00773 | -0.02258 | SLD 7 | -0.18632 | -0.54418 | | | | | | |
| 28 | SLD 9 | -0.01673 | -0.04885 | SLD 7 | -0.17491 | -0.51085 | | | | | | |
| 29 | SLD 5 | -0.01566 | -0.04574 | SLD 11 | -0.17383 | -0.50768 | | | | | | |
| 30 | SLD 5 | -0.00449 | -0.01312 | SLD 11 | -0.18312 | -0.53484 | | | | | | |
| 31 | SLD 5 | 0.00214 | 0.00624 | SLD 11 | -0.18861 | -0.55087 | | | | | | |

9 Conclusioni e prescrizioni tecniche

Dalle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte ne risulta che i valori di verifica sono accettabili, pertanto, il progetto proposto è realizzabile.