

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



S.O. COORDINAMENTO TERRIOTORIALE SUD

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

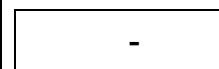
LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I A 9 5 1 3 R 7 8 R H G E 0 0 0 6 0 0 2 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|-------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|-----------------------------|
| A | Emissione Esecutiva | G. Grimaldi | Settembre 2021 | C. Toraldo | Settembre 2021 | I. D'Amore | Settembre 2021 | D. Tiberti Dicembre 2021 |
| B | Emissione Esecutiva | G. Grimaldi | Dicembre 2021 | C. Toraldo | Dicembre 2021 | I. D'Amore | Dicembre 2021 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |


File IA9513R78RHGE0006002B.doc

n. Elab.:

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|---------------|------|---------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 2 di 58 |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 4 |
| | 2.1 <i>Normativa di riferimento.....</i> | 4 |
| | 2.2 <i>Documenti di riferimento</i> | 4 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOTECNICO | 5 |
| | 3.1 <i>Sintesi dei parametri geotecnici di progetto.....</i> | 6 |
| | 3.2 <i>Falda</i> | 6 |
| 4 | VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI FERROVIARI | 7 |
| | 4.1 <i>Criteri generali di verifica</i> | 7 |
| | 4.1.1 <i>Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche.....</i> | 8 |
| | 4.2 <i>Verifiche di sicurezza per opere in materiali sciolti.....</i> | 11 |
| | 4.3 <i>Verifiche di stabilità.....</i> | 12 |
| | 4.3.1 <i>Azioni sismiche per analisi delle scarpate</i> | 13 |
| | 4.4 <i>Carichi mobili da traffico stradale.....</i> | 15 |
| 5 | RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ | 15 |
| | 5.1 <i>Sezione tipologica di altezza massima 5 metri</i> | 17 |
| 6 | STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI..... | 19 |
| 7 | CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO | 28 |
| 8 | PIANO DI POSA | 31 |
| 9 | APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO | 32 |
| | 9.1 <i>SEZIONE di altezza massima 5M – STATICA</i> | 32 |
| | 9.2 <i>SEZIONE di altezza massima 5M – SISMICA.....</i> | 43 |
| | 9.3 <i>SEZIONE H = 5m – CEDIMENTI</i> | 54 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 3 di 58 |


1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano i predimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati stradali relativi alle nuove viabilità nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica per gli interventi di velocizzazione della linea Potenza – Metaponto tratta Grassano-Bernalda-Ferrandina.

In particolare nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Valutazione dei cedimenti dei rilevati e del loro decorso nel tempo;
- Verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati;
- Breve descrizione e caratteristiche del piano di posa dei rilevati

Si precisa inoltre che in progetto non ci sono delle trincee stradali che necessitano di verifiche di stabilità del fronte scavo, in quanto le sezioni in trincea sono presenti nelle zone di attacco alla linea ferroviaria esistente con altezze inferiori a 1.0m.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 4 di 58 |

2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**


L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni. I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [DC1]. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- [DC2]. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;
- [DC3]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);
- [DC4]. RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);
- [DC5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.

2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [DC6]. IA95.13.R.78.GE.GE.00.0.6.001 Relazione Geotecnica generale
- [DC7]. IA95.13.R.78.L5.GE.00.0.6.003 ÷ 005 Profili geotecnici di linea

| | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 5 di 58 |

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si riporta brevemente la caratterizzazione geotecnica generale del lotto in esame, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte.

Gli elementi ricavati dai sondaggi attraverso le misure in situ, e le determinazioni di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e non, hanno consentito di definire l'assetto stratigrafico e le caratteristiche di resistenza e deformabilità da attribuire ai singoli strati.

Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- Terreno di riporto – Unità h:** sono formati prevalentemente da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da angolose a sub-arrotondate, con locali frammenti di laterizi, in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e nocciola, da scarsa ad abbondante; a luoghi si rinvencono passaggi di sabbie e sabbie limose grigie, marroni e giallastre, a struttura indistinta, con diffusi resti vegetali e abbondanti ghiaie poligeniche da sub-angolose a sub-arrotondate.
- Depositi alluvionali recenti – Unità Ar:** questa unità si rinviene diffusamente in tutta l'area di studio, lungo tutta la piana alluvionale del Fiume Basento e, più limitatamente, lungo l'alveo di alcuni corsi d'acqua secondari. Si tratta di depositi continentali di canale fluviale, argine, conoide alluvionale, piana inondabile e lago di meandro, costituiti da tre differenti litofacies a composizione ghiaioso-sabbiosa (GS), sabbioso-limosa e argilloso-limosa (LS-LA). Poggiano in contatto stratigrafico discordante sulle unità più antiche e sono caratterizzati da uno spessore massimo è di circa 20 m. Dal punto di vista cronostatigrafico, i depositi in questione sono ascrivibili all'Olocene.
- Argille subappenniniche– Unità Sub:** La formazione in esame rappresenta il substrato e si rinviene in tutto l'area di studio, sia lungo i rilievi collinari che bordano la piana del Fiume Basento che al di sotto dei terreni di copertura più recenti. Si tratta di depositi marini di piattaforma e scarpata superiore, costituiti da due differenti litofacies a composizione argilloso-limosa e ghiaioso-conglomeratica. Poggiano in contatto stratigrafico discordante su unità non affioranti nell'area e presentano uno spessore massimo di circa 1000 m. Dal punto di vista cronologico, questi terreni sono riferibili all'intervallo Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica e Sismica del progetto e ai Profili Geotecnici di linea del lotto.

3.1 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche.

| Unità geotecnica | γ | ϕ^k | c^k | c_{uk} | C_c | C_s | E_{ed} | C_v | $K_{LEFRANC}$ |
|------------------|----------------------|----------|-------|----------|-----------|-----------|----------|---------------------|--|
| | [kN/m ³] | [°] | [kPa] | [kPa] | [-] | [-] | [MPa] | [m ² /s] | [m/s] |
| Ar(LS) | 18-20 | 22-28 | 10-20 | 50-110 | 0.15-0.24 | 0.05-0.10 | 5-10 | 3x10 ⁻⁸ | 4.7x10 ⁻⁸ -7.7x10 ⁻⁷ |
| Ar(Gs) | 20-21 | 38-40 | 0 | - | - | - | | - | 1.6x10 ⁻⁷ -1.3x10 ⁻⁵ |
| Sub(ASP) | 19-21 | 20-27 | 18-45 | 130-250 | 0.11-0.22 | 0.05-0.08 | 7-15 | 3x10 ⁻⁷ | 6.7x10 ⁻⁹ -3x10 ⁻⁸ |

| Unità Geotecnica | G_0 | E_0 | E_p |
|------------------|---------|----------|-------|
| | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| Ar(LS) | 55-170 | 170-500 | - |
| Ar(Gs) | 110-230 | 330-700 | - |
| Sub(ASP) | 120-430 | 350-1300 | 17-45 |

Tabella 1 PARAMETRI DI RESISTENZA (sopra) e DEFORMABILITA' (sotto)

3.2 FALDA

Nel profilo stratigrafico longitudinale è rappresentato graficamente l'andamento massimo del livello di progetto lungo il tracciato da considerare per il dimensionamento delle opere definitive a lungo termine.

In generale il livello massimo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante generalmente e compreso da oltre 1 m a circa 10 m di profondità da p.c..

Per il dimensionamento delle opere si farà riferimento al valore di falda delle indagini più vicine, in accordo a quanto riportato nel profilo geotecnico.

| | | | | | | | |
|---|--|---|----------|---------------|------|---------|--|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | | PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | |
| | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 7 di 58 | |

4 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI FERROVIARI

Si riportano di seguito le necessarie verifiche geotecniche dei rilevati, prendendo come riferimento due particolari sezioni considerate le più gravose per altezza, dimensioni e condizioni stratigrafiche dell'intera linea in progetto.

I rilevati hanno una pendenza delle scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), per un'altezza massima non superiore a 5 metri.

Cautelativamente è stata quindi verificata la massima altezza possibile per i rilevati della viabilità stradali, includendo in questo modo qualsiasi tipo di casistica.

La sezione scelta corrisponde a quella di massima altezza, pari a 5 metri, individuate sul totale delle nuove viabilità previste per il tracciato del lotto 1 e secondo il modello geotecnico tipologico più conservativo.

E' stato quindi studiato sia lo stato limite ultimo valutando le condizioni di equilibrio limite delle opere in terra, che il loro comportamento in fase di esercizio ovvero valutando i cedimenti attesi.

4.1 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Per le opere in esame devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).


Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- E_d = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- R_d = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni

| | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | |
| | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 8 di 58 |

caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche.

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d$$

dove:

E_d = valore di progetto dell'effetto dell'azione;

C_d = valore limite prescritto dell'effetto delle azioni (definito Progettista Strutturale).

La verifica della condizione $E_d \leq C_d$ deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

4.1.1 Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche

Le NTC-2018 stabiliscono differenti Stati Limite (sia d'Esercizio che Ultimi) in funzione, in primo luogo, dell'importanza dell'opera mediante l'identificazione della Classe d'Uso e poi in funzione del danno conseguente ad un certo Stato Limite. In particolare si definiscono i seguenti Stati Limite di Esercizio e Ultimi, come riportato al par. 3.2.1:

Stati Limite di Esercizio (SLE):

- Stato Limite di immediata Operatività **SLO** per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico. Tale stato limite non si applica per l'opera in oggetto.
- Stato Limite di Danno **SLD** definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Stati Limite Ultimi (SLU):

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, **SLV**, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidezza nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso, **SLC**, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

La tabella che segue riporta, in funzione della classe d'uso della struttura, lo stato limite da considerare in funzione della verifica di sicurezza appropriata per l'opera.

Con riferimento all'opera in oggetto, le verifiche geotecniche in presenza di un evento sismico richiedono la verifica ai seguenti stati limite:

Stato Limite Ultimo: **SLV** – Stato Limite di Salvaguardia della Vita (cui corrisponde una probabilità di superamento $P_{vr} = 10\%$ nel periodo V_r);

| | | | | | | |
|--|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| | PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 9 di 58 |

Le suddette probabilità, valutate nel periodo di riferimento V_r per l'azione sismica, consentono di determinare, per ciascuno stato limite, il tempo di ritorno del terremoto di progetto corrispondente.

| Stato Limite | Prestazione da verificare | Classe d'uso | | | |
|--------------|--|--------------|----|-----|----|
| | | I | II | III | IV |
| SLO | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | | | X | X |
| | Funzionalità degli impianti | | | X | X |
| SLD | Resistenza degli elementi strutturali | | | X | X |
| | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | X | X | | |
| | Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno | X | X | X | X |
| | Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno | X | X | X | X |
| SLV | Assenza di martellamento tra strutture contigue | X | X | X | X |
| | Resistenza delle strutture | X | X | X | X |
| | Duttilità delle strutture | X | X | X | X |
| | Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali | X | X | X | X |
| | Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti | X | X | X | X |
| | Stabilità del sito | X | X | X | X |
| | Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati | X | X | X | X |
| | Resistenza del sistema terreno-fondazione | X | X | X | X |
| | Stabilità del muro di sostegno | X | X | X | X |
| | Stabilità delle paratie | X | X | X | X |
| | Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi | X | X | X | X |
| SLC | Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate | X | X | X | X |
| | Capacità di spostamento degli isolatori | X | X | X | X |

Tabella 2: Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso

Per tutte le verifiche l'azione sismica di progetto deve essere valutata sulla base degli Stati Limite relativi all'opera da verificare (vedasi tabella precedente). Per l'opera in oggetto, come definito al punto 4.1.1, le verifiche agli Stati Limite Ultimi verranno condotte con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per le opere oggetto della presente relazione si è assunto:

- Vita nominale V_n : 75 anni
- Classe d'uso: II (coefficiente d'uso= 1.0)
- Vita nominale= $75 \times 1.0 = 75$ anni

Le verifiche di sicurezza agli SLU in campo sismico devono contemplare almeno le medesime verifiche definite in campo statico. In particolare la stabilità globale in condizioni sismiche dei opere in materiali sciolti, quali rilevati, deve essere svolta secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2.

- Approccio 1 Combinazione 2: $A2 + M2 + R2$

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle precedenti e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza dei terreni tutti pari ad uno e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

| PARAMETRO | Coefficiente parziale | |
|------------|-----------------------|-----|
| Resistenza | γ_R | 1.2 |

Tabella 3: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni sismiche)

Le condizioni di stabilità del rilevato devono essere verificate affinché prima, durante e dopo il sisma la resistenza del sistema sia superiore alle azioni, ovvero gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

Le verifiche possono essere condotte mediante metodi pseudo statici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 11 di 58 |

4.2 VERIFICHE DI SICUREZZA PER OPERE IN MATERIALI SCIOLTI

Sulla base di quanto prescritto dalle NTC 2018 le verifiche di sicurezza che devono essere eseguite per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo il seguente approccio:

Approccio 1:

- Combinazione 2 : A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta in generale se:

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

essendo R resistenza globale del sistema, calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto.

La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive ed al termine della costruzione.

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tabella 4

| | | Coefficiente | EQU | A1 STR | A2 GEO | Comb. eccezionale | Comb. Sismica |
|------------------------------------|-------------|---------------|------|--------|--------|-------------------|---------------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi permanenti non strutturali | Favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 1,00 |
| Carichi variabili da traffico | Favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,45 | 1,45 | 1,25 | 0,20 | 0,20 |
| Carichi variabili | Favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 | 1,00 | 0,00 |

Tabella 4: coefficienti parziali sulle azioni

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 12 di 58 |

| PARAMETRO | Coefficiente parziale | (M1) | (M2) |
|--|-----------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\gamma_{\phi'}$ | 1.0 | 1.25 |
| Coesione efficace | $\gamma_{c'}$ | 1.0 | 1.25 |
| Resistenza non drenata | γ_{Cu} | 1.0 | 1.4 |
| Peso dell'unità di volume | γ_{γ} | 1.0 | 1.0 |

Tabella 5: coefficienti parziali di sicurezza sui parametri meccanici dei terreni

| PARAMETRO | Coefficiente parziale | |
|------------|-----------------------|-----|
| Resistenza | γ_R | 1.1 |

Tabella 6: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni statiche)

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 (γ_R) in condizioni SLU statiche, quindi generalmente il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è $FS \geq 1.1$.


In condizioni sismiche le verifiche di sicurezza sono mirate a controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione $Ed < Rd$ [6.2.1] delle NTC 2018) impiegando lo stesso approccio delle condizioni statiche SLU (§ 6.8.2 delle NTC 2018) Combinazione (A2+M2+R2), ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC 2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

In sostanza il valore del carico variabile è stato amplificato per il fattore 1.3 nell'analisi SLU-A2+M2+R2 (Tabella 5.2.V NTC 2018) e ridotto nell'analisi sismica considerando un fattore di combinazione $\gamma = 0.2$ come da § 5.2.2.8 NTC2018.

4.3 VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche delle sezioni rappresentativa sono state effettuate attraverso il metodo di Morgenstern-Price, basato sulla teoria dell'equilibrio limite applicata al terreno potenzialmente instabile dopo averne effettuato una suddivisione in un numero finito dei conci.

Le superfici di scorrimento critiche sono state ricercate variando la posizione della griglia dei centri ed i limiti di tangenza. Il programma utilizzato, GEOSLOPE, che analizza una striscia di 1 m di profondità e fornisce i fattori di sicurezza delle superfici a fattore di sicurezza minimo, ovvero:

| | | | | | | |
|---|--|-------------|------------------|----------------------------|-----------|--------------------|
|  | LINEA POTENZA-METAPONTO | | | | | |
| | INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA | | | | | |
| PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | | |
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B | FOGLIO 13 di 58 |

- $F_S = T_f/T$ fattore di sicurezza globale dove,
 - T_f : resistenza al taglio lungo il cerchio critico;
 - T : forza di taglio totale agente lungo il cerchio critico

Sono state analizzate le condizioni di stabilità di breve e lungo termine del nuovo rilevato considerando, per le verifiche di lungo termine e in condizioni drenate, i livelli di falda riscontrati nei sondaggi delle aree in questione ovvero cautelativamente pari a 2 m da p.c., in quanto la viabilità più alta in progetto (NV05) ha una falda a circa -2.5m da pc. Invece, laddove è presente una falda a -1m da pc sono presenti solo viabilità sterrate (NV06 e NV07).

Per il materiale costituente il rilevato stradale sono state adottate le seguenti caratteristiche :

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3; \quad c' = 0 \text{ kPa}, \quad \varphi' = 38^\circ$$

Mentre per i terreni si è fatto riferimento ai parametri caratteristici minimi riportati all'inizio della relazione e alla stratigrafia ricostruita nel profilo geotecnico di progetto con riferimento alla sezione caratteristica più cautelativa e come indicato all'inizio del capitolo.

4.3.1 Azioni sismiche per analisi delle scarpate

Le combinazioni verificate sono, come già specificato, le seguenti:

- SLU: A2+M2+R2 (in condizioni statiche)
- SLV (per le condizioni sismiche)

L'azione sismica, valutata con il metodo pseudostatico, è stata schematizzata con una forza statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \times W$ ed $F_v = k_v \times W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h.$$

nelle quali:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, pari a 0.38 per lo stato limite SLV.
- a_{\max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 14 di 58 |

- S_T : coefficiente di amplificazione topografica (assunto in questo caso pari a 1)
- S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafica (dipendente dalla classe di suolo: pari a C in questo caso)
- a_g : accelerazione di sito su substrato rigido;
- a_{max} : accelerazione di picco;

Per il tracciato in oggetto, come riportato nella relazione geotecnica generale, si ha la seguente caratterizzazione sismica più gravosa nell'ambito del lotto in esame (per $V_N=75$ $c_u=1.0$, SLV, Categoria C – condizione più gravosa sulla linea):

$$a_g / g = 0.193$$

$$S_s = 1.41$$

$$S_T = 1.0$$

$$\text{Da cui } a_{max} = 0.193 \cdot 1.41 = 0.272g$$

Per le analisi di stabilità sismiche SLV di fronti di scavo e rilevati, il coefficiente di riduzione dall'accelerazione massima attesa al sito va assunto pari a $\beta_s = 0.38$.

Quindi si ha in condizioni sismiche:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.38 \times 0.272 = 0.103$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.051$$

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 15 di 58 |

4.4 CARICHI MOBILI DA TRAFFICO STRADALE

Il sovraccarico stradale assunto è pari a 20 kPa – valore caratteristico.

Quindi in sintesi per le condizioni di carico esaminate si applicano i seguenti carichi:

- Condizioni statiche: carico accidentale pari a 26 kPa.
- Condizioni sismiche: carico accidentale pari a 4 kPa (coefficiente di combinazione pari a 0.2 come da § 5.2.2.8 della NTC2018). In condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni vanno posti pari ad 1.

5 RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ

Di seguito si riportano i risultati delle analisi di stabilità per le due combinazioni SLU in condizioni statiche e SLV sismiche.

Si precisa che i fattori di sicurezza sotto riportati per le due sezioni analizzate tengono conto dei fattori parziali sulle resistenze $\gamma_R = 1.1$ per lo SLU statico e $\gamma_R = 1.2$ per lo SLU sismico.

Infatti come previsto nel programma di calcolo, i risultati in termini di coefficiente di sicurezza sono espressi in termini di **ODF (Over Design Factor) ≥ 1** , ovvero

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{\frac{1}{\gamma_R} \cdot R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d \gamma_R} \geq 1.0$$





Infine per la verifica di stabilità in fase sismica, la combinazione SLV avendo considerato anche il coefficiente sismico verticale k_v cautelativamente preso pari a 0.5 kh, è stata sviluppata in termini di tensioni totali, ovvero utilizzando i parametri di resistenza in condizioni non drenate, qualora in presenza di terreni coerenti.

Seguono i risultati in forma grafica delle superfici di scivolamento limite e relativi coefficienti ODF con indicazione del valore minimo registrato nell'analisi, ovvero:

- a) Sezione tipologica per rilevati di altezza ≤ 5 metri

Per la sezione di calcolo verificata è stato assunto cautelativamente come terreno di fondazione l'unità Ar(LS), ovvero considerando l'unità geotecnica prevalente che affiora a p.c. e con falda a 2 m di profondità da p.c..

I parametri meccanici caratteristici utilizzati nelle analisi sono quelli indicati nella Tabella 1 e con riferimento ai valori minimi, come di seguito riportato:

| Color | Name | Model | Unit Weight (kN/m ³) | Cohesion' (kPa) | Phi' (°) | Phi-B (°) | Piezometric Line |
|---|----------|--------------|----------------------------------|-----------------|----------|-----------|------------------|
|  | Ar | Mchr-Coulomb | 19 | 10 | 28 | 0 | 1 |
|  | ASP | Mchr-Coulomb | 19 | 20 | 25 | 0 | 1 |
|  | GS | Mchr-Coulomb | 20 | 0 | 38 | 0 | 1 |
|  | RILEVATO | Mchr-Coulomb | 20 | 0 | 38 | 0 | 1 |





| Color | Name | Model | Unit Weight (kN/m ³) | Cohesion' (kPa) | Phi' (°) | Phi-B (°) | Cohesion (kPa) | Piezometric Line |
|---|----------|-------------------|----------------------------------|-----------------|----------|-----------|----------------|------------------|
|  | Ar cud | Undrained (Phi=0) | 19 | | | | 50 | 1 |
|  | ASP | Mchr-Coulomb | 19 | 20 | 25 | 0 | | 1 |
|  | GS | Mchr-Coulomb | 20 | 0 | 38 | 0 | | 1 |
|  | RILEVATO | Mchr-Coulomb | 20 | 0 | 38 | 0 | | 1 |

Tabella 7 parametri meccanici caratteristici utilizzati nelle analisi

5.1 SEZIONE TIPOLOGICA DI ALTEZZA MASSIMA 5 METRI

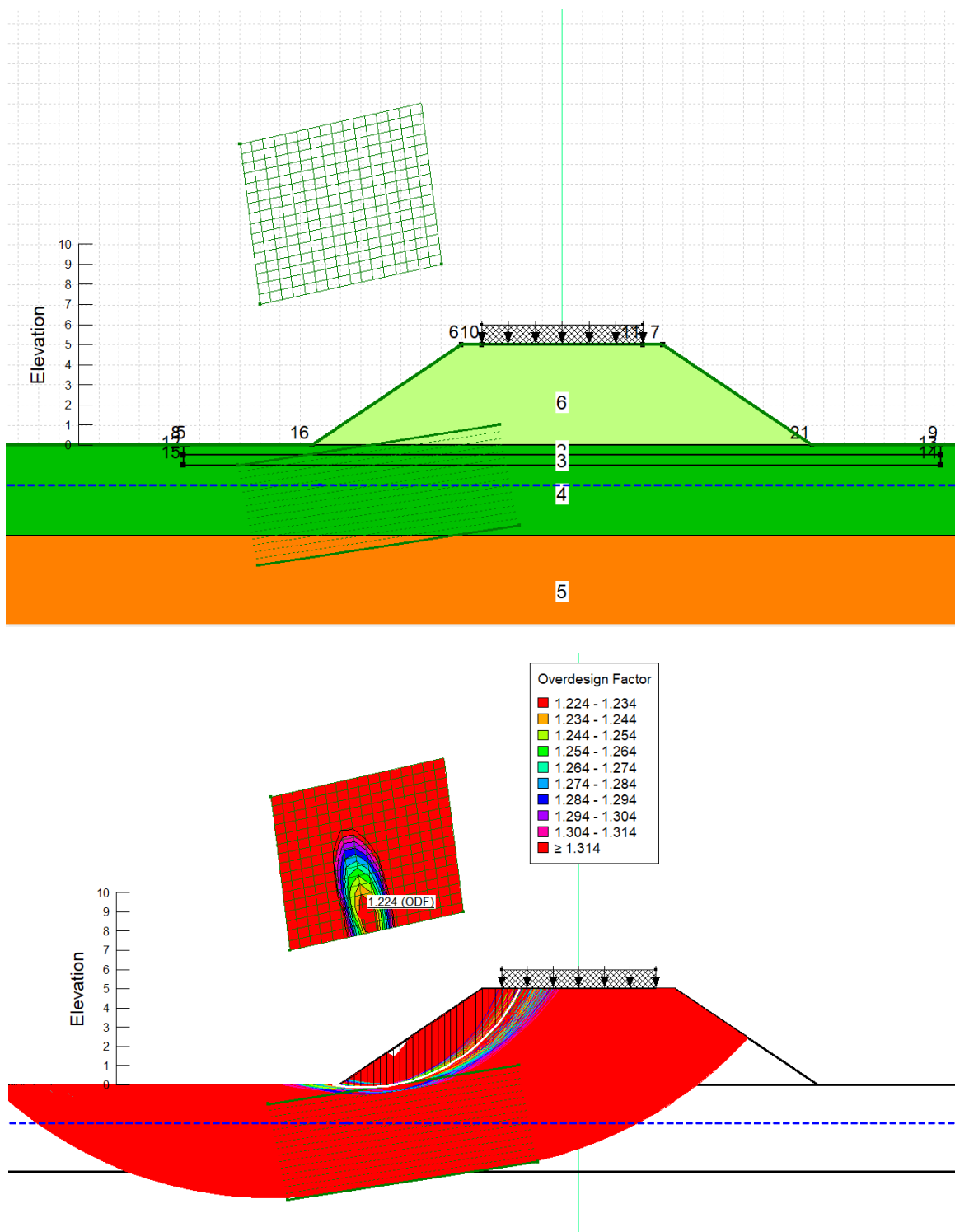


Figura 1: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni statiche (A2+M2+R2)- $ODF = 1.224 \geq 1$

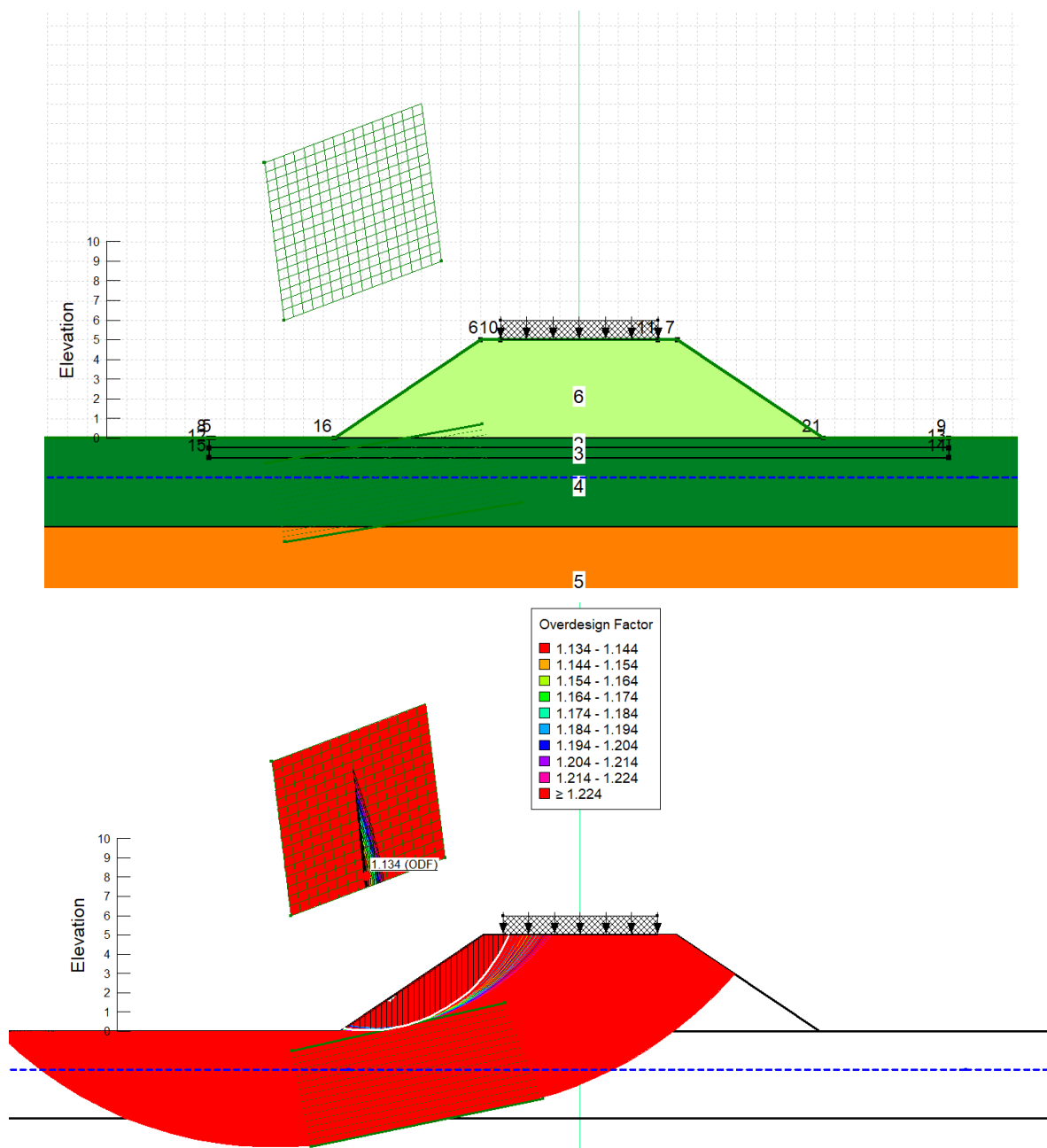


Figura 2: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni sismiche SLV – $ODF = 1.134 \geq 1$

6 STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

La stima dei cedimenti, trattandosi di terreni a grana fine, è stata eseguita calcolando il cedimento di consolidazione W_i e l'aliquota dovuta alla consolidazione secondaria a carico costante W_s .

La falda, seppur variabile lungo il tracciato, è stata considerata alla quota più gravosa, ovvero a circa 2 m di profondità dal piano campagna.

E' stato utilizzato il metodo di Terzaghi che si basa sulle ipotesi di consolidazione edometrica (deformazioni verticali senza contrazioni o espansioni laterali e moto di filtrazione in direzione verticale). Il metodo si articola attraverso i seguenti passaggi:

- suddivisione del banco di terreno comprimibile in un conveniente numero di strati aventi spessore iniziale H_i
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola la tensione efficace verticale iniziale σ'_{v0} e si definisce la tensione di preconsolidazione σ'_p (pari a $OCR \cdot \sigma'_{v0}$);
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola l'incremento di tensione efficace verticale $\Delta\sigma'_v$ prodotta dal carico applicato;
- si calcola il cedimento di ciascuno strato, nell'ipotesi che le deformazioni dell'elemento di volume siano monodimensionali, attraverso le prime due dell'equazione;
- il cedimento edometrico w_{ed} è pari alla somma dei cedimenti di ciascuno strato compreso fino alla profondità in corrispondenza della quale si risentono degli effetti del carico applicato.

Il cedimento è dato dalla:

$$\begin{cases} \text{se } \sigma'_{vF} \leq \sigma'_p & w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot C_r \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_{v0}} \\ \text{se } \sigma'_{vF} > \sigma'_p & w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot \left(C_r \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} + C_c \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_p} \right) \end{cases}$$

$$w_{ed} = \sum_{z_{int}} w_i$$

essendo $\sigma'_{vF} = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$

ed in cui H_i è lo spessore dello strato i -esimo, e_0 l'indice dei vuoti iniziale, c_c è coefficiente di compressibilità e c_s il coefficiente di rigonfiamento.

Poiché il metodo di Terzaghi si basa sulle ipotesi di consolidazione monodimensionale ($\varepsilon_r = 0$, $\Delta u = \Delta \sigma$). Poiché il terreno sottostante la fondazione non è confinato lateralmente, l'incremento di pressione interstiziale all'istante di applicazione del carico, in condizione non drenate, è diverso e in genere inferiore all'incremento di tensione

verticale totale ($\Delta u < \Delta \sigma$). Poiché le deformazioni per consolidazione sono dovute alla riduzione di volume derivante dal dissiparsi delle sovrappressioni interstiziali, ne consegue che le deformazioni reali di consolidazione sono inferiori a quelle calcolate con il metodo di Terzaghi. Skempton e Bjerrum propongono di calcolare l'incremento di pressione interstiziale per mezzo della relazione

$$\Delta u = B \cdot [\Delta \sigma_3 + A \cdot (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)]$$

I parametri A e B (*coefficienti di Skempton*), con riferimento ai diagrammi riportati nelle Figura 7 e Figura 8, dipendono da:

- coeff. $A = 0.3 (A_r) / 0.8$ (substrato) (dipendente dalla storia tensionale ovvero dal grado di sovraconsolidazione)

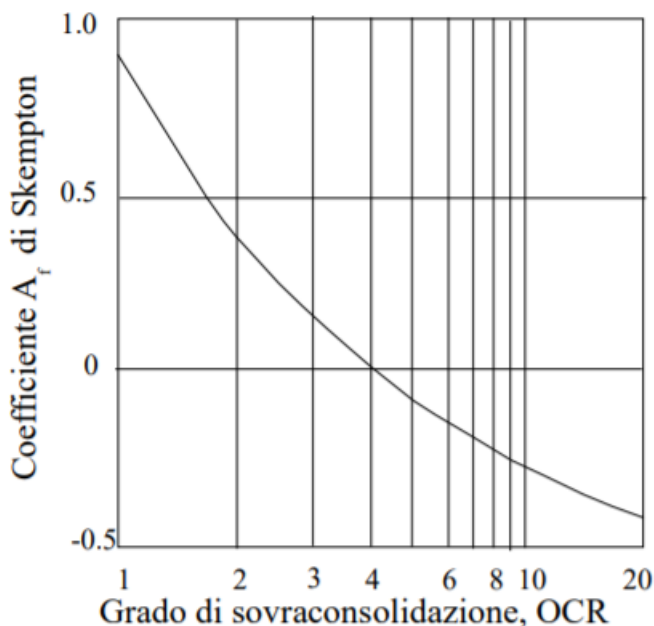


Figura 3: tipica variazione del coefficiente A di Skempton con il grado di sovraconsolidazione OCR

- coeff. $B = 0.9$ (dipendente dal grado di saturazione considerato mediamente pari al 90%)

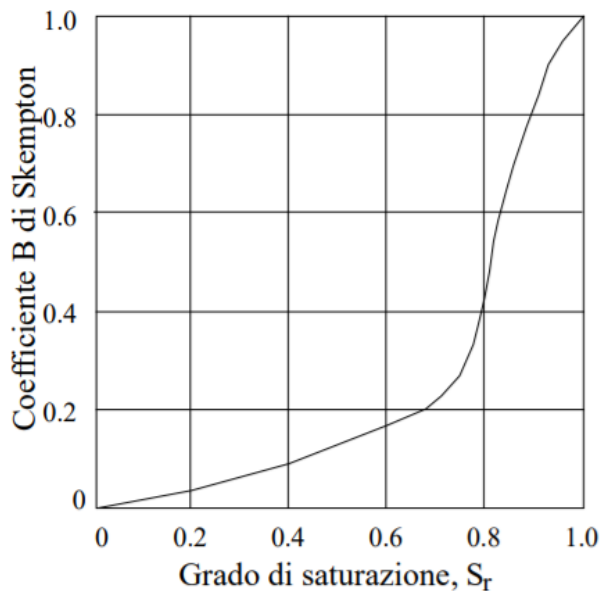


Figura 4: tipica variazione del coefficiente B di Skempton con il grado di saturazione

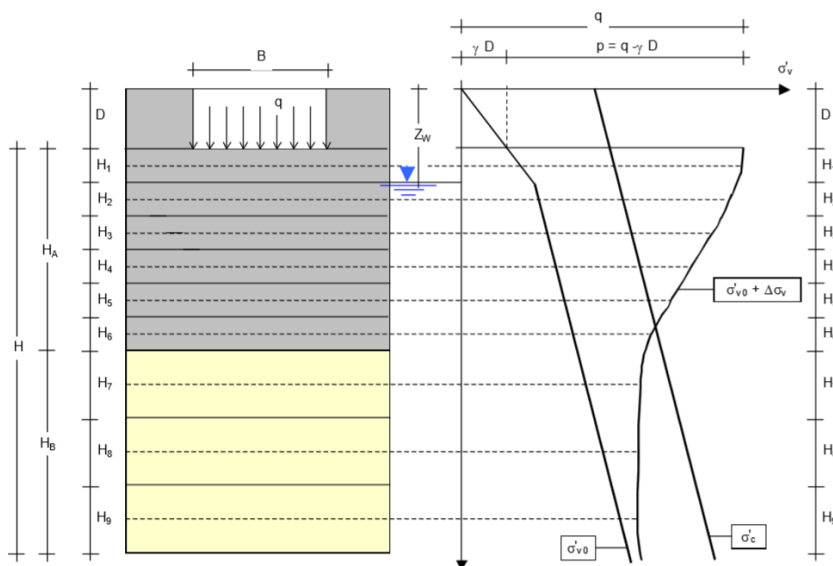


Figura 5: Metodo Edometric per la stima dei cedimenti di consolidazione di fondazioni superficiali su terreni a grana fine

L'incremento di tensione verticale efficace $\Delta\sigma'_v$ è stato valutato sulla base della teoria dell'elasticità, facendo riferimento ad aree di carico infinitamente flessibili nastriformi; con riferimento allo schema nella figura

segunte, risulta (Terzaghi, 1943; Tsytoovich, 1976):

$$\Delta\sigma'_z = \frac{q}{\pi} (\alpha + \sin\alpha \cos 2\beta)$$

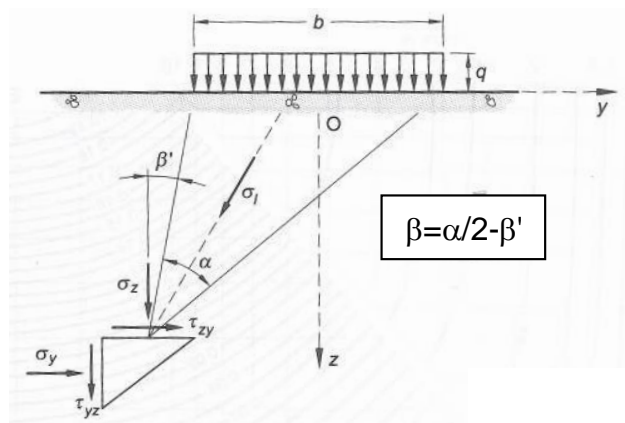


Figura 6: Schema di calcolo delle tensioni indotte nel terreno.

La stima dei cedimenti indotti dalla costruzione dei rilevati è stata eseguita per le due sezioni di altezza massima, già considerate per le verifiche di stabilità, presi a riferimento in base alle caratteristiche dei terreni di fondazione:

- sezione al km 16+700 – terreno di fondazione di tipo coerente e soggetto a consolidazione
- sezione al km 13+100 – terreno di fondazione di tipo coerente e con caratteristiche drenate

Ovviamente più in profondità ritroviamo sempre il substrato delle argille sub-appenniniche, terreno soggetto a consolidazione.

Di seguito si riportano i parametri di deformabilità considerati per i terreni limo-argillosi oggetto delle valutazioni numeriche del fenomeno della consolidazione con il metodo edometrico.

Ar

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $e_0 = 0.61$
- $c_c = 0.24$
- $c_s = 0.075$
- $\text{OCR} = 3.2$

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 23 di 58 |

Sub

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $e_0 = 0.58$
- $c_c = 0.22$
- $c_s = 0.065$
- $\text{OCR} = 1.6$

I terreni sabbio-ghiaiosi, corrispondenti all'unità AR (GS), sono stati considerati in condizioni drenate e pertanto ammettono un cedimento soltanto immediato e calcolato in base all'aliquota di carico in funzione della profondità e secondo il valore del modulo elastico medio di riferimento pari a $E = 38.5 \text{ MPa}$.

Di seguito si riportano gli andamenti dei parametrici caratteristici che descrivono il comportamento per i terreni coerenti.

Infine si mostrano quindi i risultati della stima dei cedimenti di consolidazione ed immediati indotti dal peso della struttura in terra.

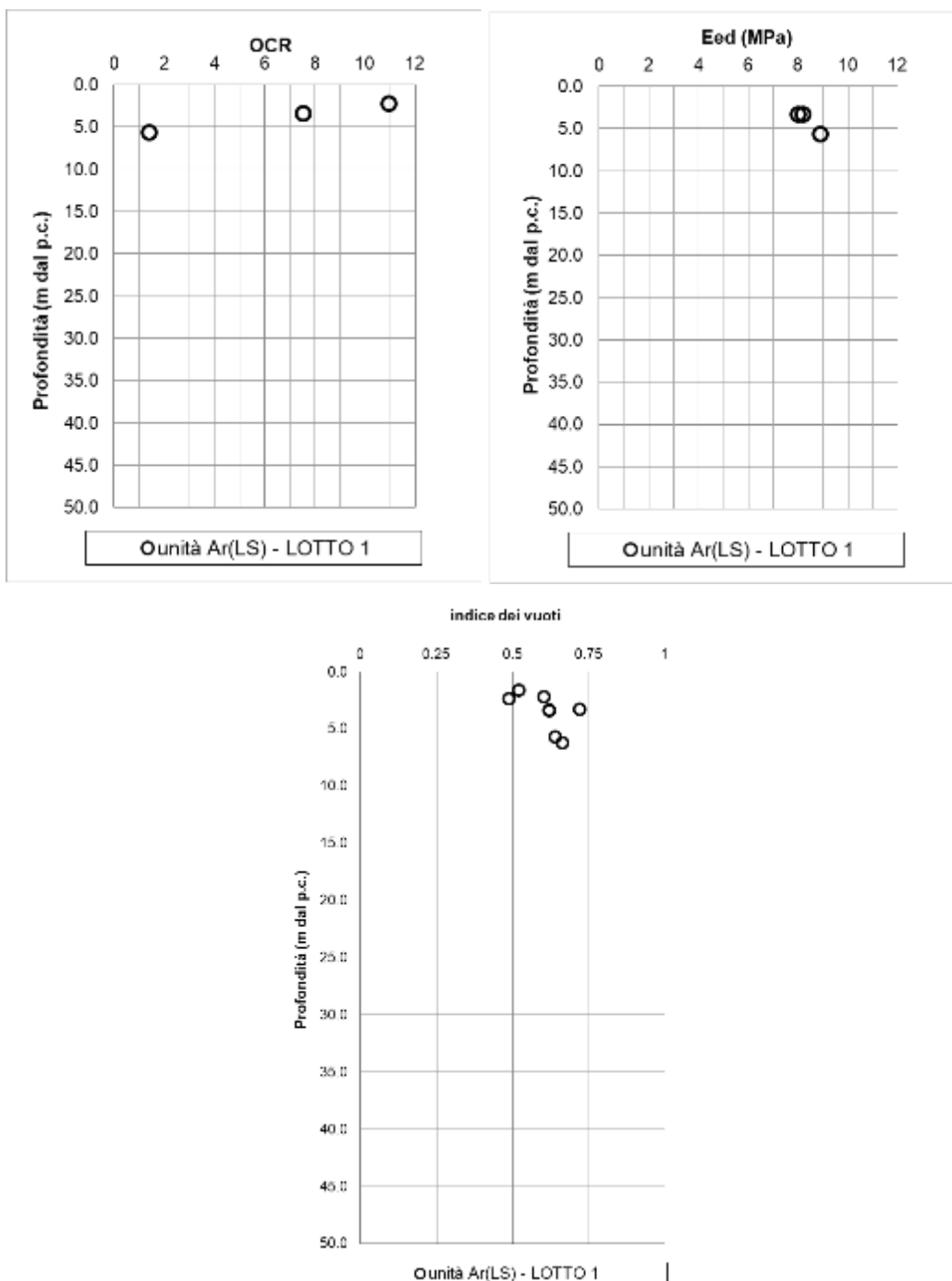


Figura 7 andamento OCR con la profondità, modulo edometrico indice dei vuoti unità AR (LS)

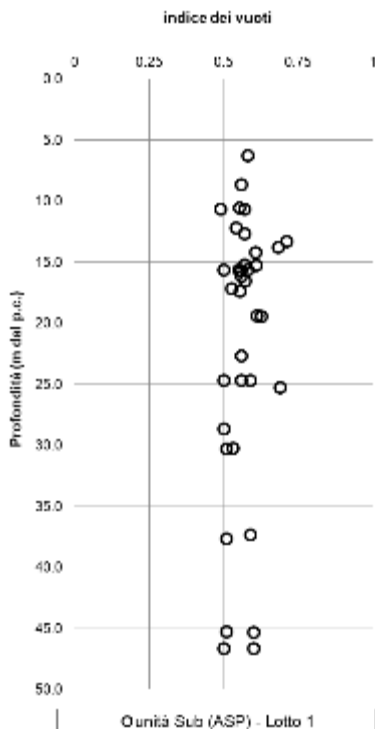
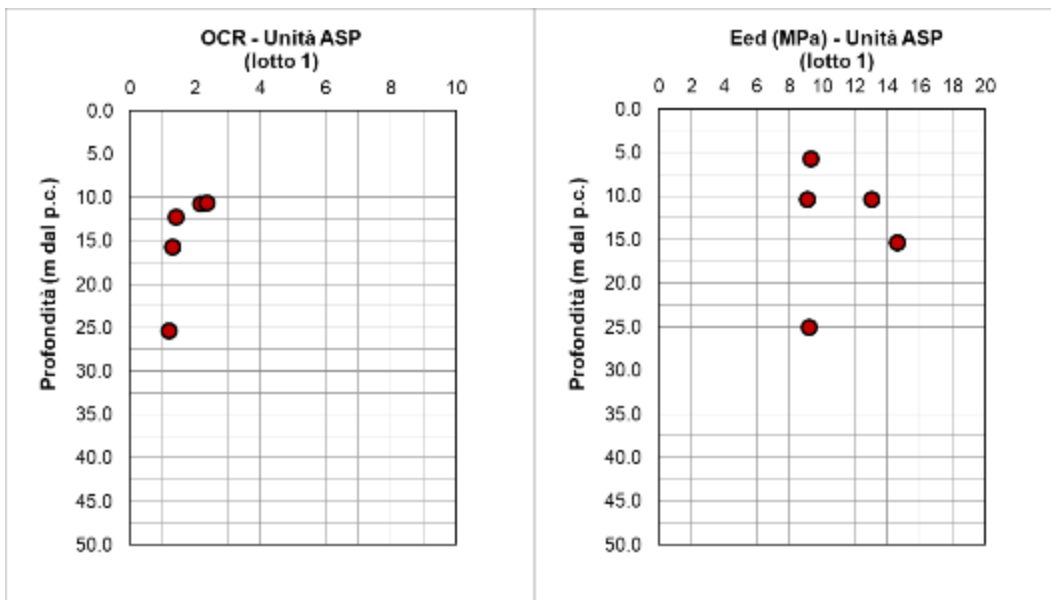


Figura 8 andamento OCR con la profondità, modulo edometrico indice dei vuoti unità Sub (ASP)

Sezione rilevato stradale H = 5 metri

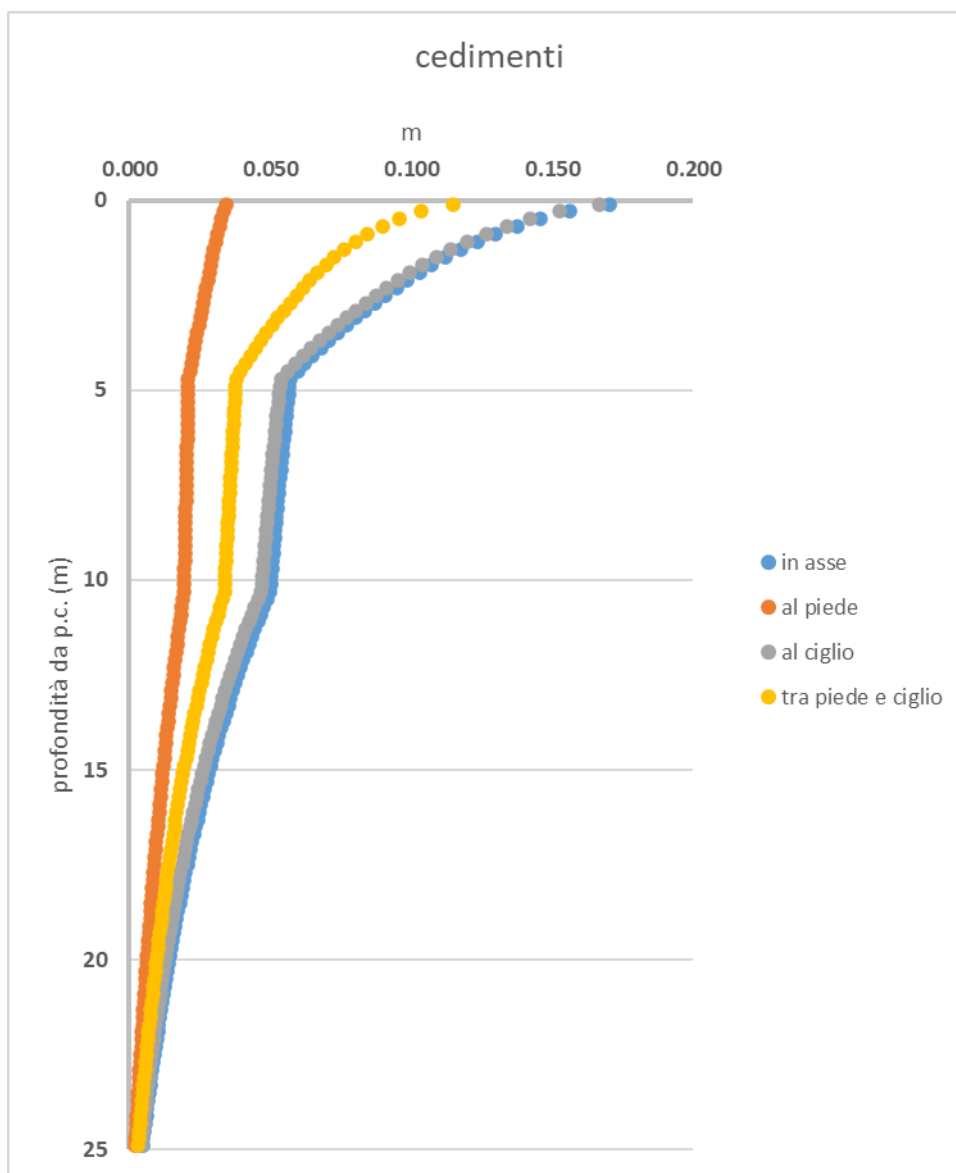


Figura 9 andamento del cedimento di consolidazione con la profondità

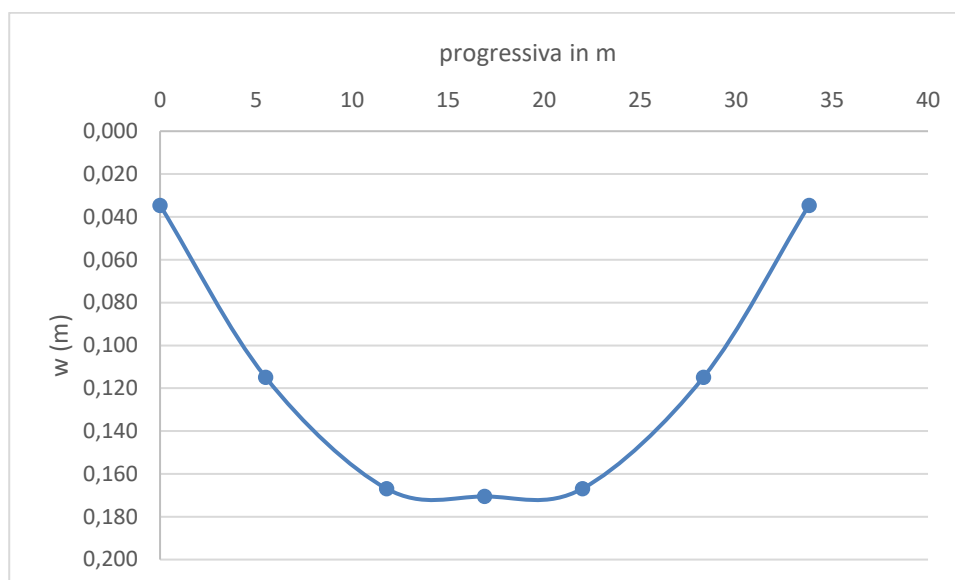



Figura 10 andamento del cedimento a piano campagna sotto il rilevato

La stima dei cedimenti attesi, al termine del processo di consolidazione fornisce 17.1 cm totali in asse rilevato, comprensivo anche dei cedimenti immediati che valgono circa il 10% in prima approssimazione per i terreni soggetti a consolidazione e dei cedimenti immediati dei terreni con comportamento drenato (Ar(GS)), per cui:

| unità | prof da | prof a | cedimento parziale in mm | comportamento |
|-----------|---------|--------|--------------------------|----------------|
| Ar (LS) | 0 | 4.5 | 113 | consolidazione |
| Ar (GS) | 4.5 | 10 | 7 | drenato |
| Sub (ASP) | 10 | 30 | 51 | consolidazione |

Tabella 8 in asse al rilevato in progetto

| | | | | | | |
|--|---|-------------------------|-------------|------------------|----------------------------|-----------|
|  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | LINEA POTENZA-METAPONTO INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA | | | | | |
| | Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA IA95 | LOTTO 13 | CODIFICA R 78 | DOCUMENTO RH GE0006 002 | REV. B |

7 CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

Il decorso dei cedimenti nel tempo è stato valutato con la teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi (1923) che, in particolare, consente di ricavare il tempo necessario a raggiungere il valore del cedimento finale di consolidazione w_c .

La soluzione dell'equazione differenziale che governa il fenomeno della consolidazione porta, infatti, ad una relazione $U_m=f(T)$ tra il grado di consolidazione medio U_m e il fattore tempo T , ricavato come:

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dre}^2}$$

in cui C_v è il coefficiente di consolidazione, t è il tempo in secondi e H_{dre} è il massimo percorso di filtrazione all'interno del banco.

La relazione $U_m=f(T)$ permette di costruire il decorso dei cedimenti nel tempo in quanto il cedimento totale al tempo t si ricava come:

$$w_{TOT}(t) = w_0 + U_m \cdot w_c(t)$$

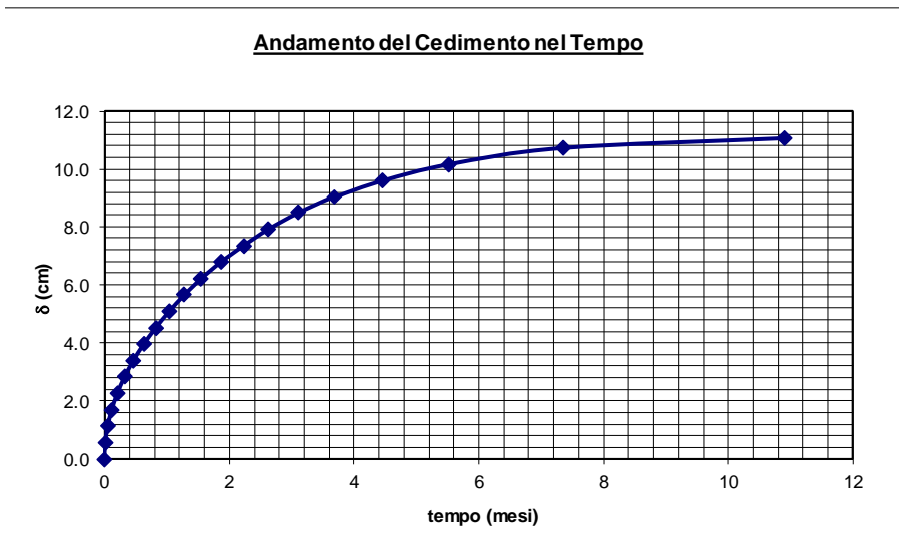
Di seguito si riporta sinteticamente il valore del coefficiente di consolidazione restituito nelle prove di laboratorio, il valore considerato al sito (almeno 10 volte quello ottenuto in cella edometrica), spessore dello strato soggetto a cedimenti e il percorso di drenaggio in base alle stratigrafie di progetto:

| strato | spessore (m) | c_{vlab} (m ² /s) | c_{vsite} (m ² /s) | H (m) |
|-----------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|-------|
| Ar (LS) | 4.5 | 3.0 E-08 | 3.0 E-7 | 2.25 |
| Sub (ASP) | 20 | 3.0 E-07 | 3.0 E-06 | 10 |

Sezione H=5 metri

DATI DI INPUT:

$\delta_{tmax} = 11.30$ (cm) (Cedimento massimo)
 $h = 2.25$ (m) (Massimo Percorso di Drenaggio)
 $cv = 3.0.E-07$ (m²/sec) (Coeff. di Consolidazione) verticale

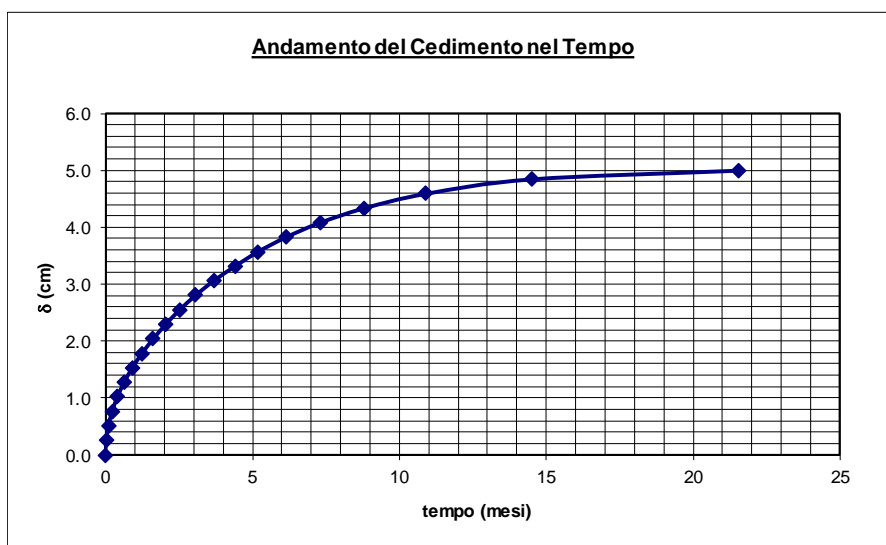


| | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------|---|--------|
| $t = 8$ (mesi) | $Um = 95.6$ (%) | $\delta_t = 10.80$ (cm) | | |
| $\delta_t = 11.20$ (cm) | $Um = 99.1$ (%) | $t = 15$ (mesi) | 1 | (anni) |
| $Um = 95$ (%) | $t = 8$ (mesi) | $\delta_t = 10.74$ (cm) | 1 | (anni) |

Figura 11 decorso naturale dei cedimenti (unita' Ar (LS))

DATI DI INPUT:

$\delta_{max} = 5.10$ (cm) (Cedimento massimo)
 $h = 10.00$ (m) (Massimo Percorso di Drenaggio)
 $cv = 3.0.E-06$ (m²/sec) (Coeff. di Consolidazione) verticale



| | | | | |
|------------------------|------------------|------------------------|---|--------|
| $t = 8$ (mesi) | $U_m = 82.6$ (%) | $\delta_t = 4.21$ (cm) | | |
| $\delta_t = 5.00$ (cm) | $U_m = 98.0$ (%) | $t = 22$ (mesi) | 2 | (anni) |
| $U_m = 95$ (%) | $t = 15$ (mesi) | $\delta_t = 4.85$ (cm) | 0 | (anni) |

Figura 12 decorso naturale dei cedimenti (unità Sub (ASP))

I cedimenti stimati risultano compatibili con i tempi di costruzione (8 mesi) e comunque ritenersi del tutto concluso entro 2 anni.

Più precisamente i cedimenti residui da scontarsi al termine della costruzione del rilevato stradale, si stimano in

Ar (LS): $11.3 - 10.80$ (scontati al tempo $t=8$ mesi) = 0.5 cm

ASP: $5.10 - 4.21$ (scontati al tempo $t=8$ mesi) = 0.89 cm

Per un totale di 1.39cm, compatibili con l'opera in progetto.

| | | | | | | |
|--|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 31 di 58 |

8 PIANO DI POSA

Sulla base dei risultati delle indagini geotecniche in sito (sondaggi e pozzetti esplorativi) è stato possibile individuare lo spessore di coltre vegetale e quindi il trattamento idoneo per la formazione del piano di posa dei rilevati in progetto.

In particolare si esclude la bonifica per i rilevati in progetto. Si chiarisce che il risultato del Modulo su piastra eseguito nel pozzetto esplorativo TP4, non si ritiene indicativo in quanto eseguito sul rilevato antropico diverso dal terreno di fondazione del rilevato ferroviario.

Di seguito vengono elencati tutti i pozzetti esplorativi eseguiti e con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, pk, coordinate, quota, profondità, numero dei campioni analizzati in laboratorio).

| sigla | pk | WGS84/UTM zona 33N | | quota <i>m s.l.m.</i> | profondità <i>m</i> |
|-------|--------|--------------------|---------|--------------------------|------------------------|
| | | X | Y | | |
| TP1 | 11+089 | 615447 | 4493155 | 130.0 | 1.5 |
| TP2 | 12+047 | 616250 | 4492671 | 122.0 | 1.2 |
| TP3 | 17+038 | 620652 | 4490359 | 106.0 | 1.5 |
| TP4 | 18+445 | 621844 | 4489619 | 97.0 | 1.2 |

Tabella 9 sintesi dei pozzetti esplorativi eseguiti

9 APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO

9.1 SEZIONE DI ALTEZZA MASSIMA 5M – STATICA

Analysis Settings

SEZ statica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: STATICA

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings

Search Method: Root Finder

| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 34 di 58 |

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 38 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 38 °

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 35 di 58 |

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

ASP

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 20 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

LA

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 10 kPa

Phi': 28 °

| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|----------|-------|----------|-----------|---------------|--------|
| | | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B |

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (-16; 15) m

Lower Left: (-15; 7) m

Lower Right: (-6; 9) m

Grid Horizontal Increment: 16

Grid Vertical Increment: 16

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (-16.120031; -1) m

Upper Right Coordinate: (-3.120031; 1) m

Lower Left Coordinate: (-15.120031; -6) m

Lower Right Coordinate: (-2.120031; -4) m

Number of Increments: 15

Use Left Projection: No

Left Projection Angle: 135 °

Use Right Projection: No

Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

XY

Coordinate 1 -50 m -2 m

Coordinate 2 -12 m -2 m

Coordinate 3 20 m -2 m

Coordinate 4 50 m -2 m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 26 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates

XY

| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|----------|-------|----------|-----------|---------------|--------|
| | | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B |

-4 m 6 m

4 m 6 m

Design Factor Set: STATICA

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1.25

Effective Coefficient of Friction: 1.25

Undrained Strength: 1.4

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.1

Points

XY

| | | |
|----------|----------|--------|
| Point 1 | -50 m | 0 m |
| Point 2 | -50 m | -20 m |
| Point 3 | 50 m | 0 m |
| Point 4 | 50 m | -20 m |
| Point 5 | -18.57 m | 0 m |
| Point 6 | -5 m | 5 m |
| Point 7 | 5 m | 5 m |
| Point 8 | -18.8 m | 0 m |
| Point 9 | 18.8 m | 0 m |
| Point 10 | -4 m | 5 m |
| Point 11 | 4 m | 5 m |
| Point 12 | -18.8 m | -0.5 m |
| Point 13 | 18.8 m | -0.5 m |
| Point 14 | 18.8 m | -1 m |
| Point 15 | -18.8 m | -1 m |
| Point 16 | -12.42 m | 0 m |
| Point 17 | -50 m | -4.5 m |
| Point 18 | -50 m | -10 m |
| Point 19 | 50 m | -4.5 m |
| Point 20 | 50 m | -10 m |
| Point 21 | 12.42 m | 0 m |

Regions

| Material | Points | Area |
|----------|----------|--|
| Region 1 | ASP | 2;4;20;18 1,000 m ² |
| Region 2 | LA | 8;12;13;9;21;16;5 18.8 m ² |
| Region 3 | LA | 12;15;14;13 18.8 m ² |
| Region 4 | LA | 1;17;19;3;9;13;14;15;12;8 412.4 m ² |
| Region 5 | GS | 17;18;20;19 550 m ² |
| Region 6 | RILEVATO | 16;21;7;11;10;6 87.1 m ² |

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 4563 of 4624 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 657

Overdesign Factor: 1.224

Degree of Utilization: 0.817

Volume: 17.687053 m³

Weight: 353.46405 kN

Resisting Moment: 1,924.9429 kN·m

Activating Moment: 1,573.1017 kN·m

Resisting Force: 184.07783 kN

Activating Force: 150.30981 kN

Slip Rank: 1 of 4,624 slip surfaces

Exit: (-12.742191; 0) m

Entry: (-3.0531859; 5) m

Radius: 9.0101437 m

Center: (-11.1875; 8.875) m

Slip Slices

| XY | PWP | Base Normal Stress | Frictional Strength | Cohesive Strength | Suction Strength | Base Material | |
|----------------------|--------------|--------------------|---------------------|-------------------|------------------|---------------|----------|
| Slice 1 LA | -12.581096 m | -0.025224335 m | -19.366625 kPa | 1.9790002 kPa | 0.76527495 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 2 | -12.21 m | -0.074441786 m | -18.883949 kPa | 7.0486837 kPa | 2.7257103 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa LA |
| Slice 3 LA | -11.830915 m | -0.11054234 m | -18.529911 kPa | 14.63545 kPa | 5.6594959 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 4 LA | -11.492745 m | -0.12838232 m | -18.354955 kPa | 21.203127 kPa | 8.1992021 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 5 LA | -11.154575 m | -0.13349688 m | -18.304796 kPa | 27.346175 kPa | 10.574705 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 6 LA | -10.816404 m | -0.12590772 m | -18.379223 kPa | 32.850873 kPa | 12.703359 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 7 LA | -10.478234 m | -0.10558261 m | -18.578551 kPa | 37.54671 kPa | 14.519229 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 8 LA | -10.140064 m | -0.072434622 m | -18.903634 kPa | 41.324115 kPa | 15.979943 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 9 LA | -9.8018937 m | -0.026320294 m | -19.355877 kPa | 44.141418 kPa | 17.069388 kPa | 7.2727273 kPa | 0 kPa |
| Slice 10 RILEVATO | -9.4673512 m | 0.032185617 m | -19.929644 kPa | 46.347234 kPa | 26.334857 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 11 RILEVATO | -9.1364363 m | 0.10305865 m | -20.624696 kPa | 47.349203 kPa | 26.904183 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 12 RILEVATO | -8.8055214 m | 0.18710992 m | -21.448987 kPa | 47.548294 kPa | 27.017308 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 13 RILEVATO | -8.4746065 m | 0.28472687 m | -22.406316 kPa | 47.078737 kPa | 26.750502 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 14 RILEVATO | -8.1436916 m | 0.39637888 m | -23.501288 kPa | 46.083813 kPa | 26.185179 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 15 RILEVATO | -7.8127767 m | 0.52262984 m | -24.739431 kPa | 44.701243 kPa | 25.399592 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 16 RILEVATO | -7.4818618 m | 0.66415453 m | -26.127363 kPa | 43.053338 kPa | 24.463239 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 17 RILEVATO | -7.1509469 m | 0.82175997 m | -27.673 kPa | 41.2416 kPa | 23.433796 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| Slice 18 RILEVATO | -6.820032 m | 0.99641356 m | -29.385828 kPa | 39.344796 kPa | 22.356017 kPa | 0 kPa | 0 kPa |

9.2 SEZIONE DI ALTEZZA MASSIMA 5M – SISMICA

Analysis Settings

SEZ sismica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: SISMICA

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Grid and Radius

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings

Search Method: Root Finder

| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|----------|-------|----------|-----------|---------------|--------|
| | | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B |

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 38 °



LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 46 di 58 |

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

ASP

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 20 kPa

Phi': 25 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ar cud

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion: 50 kPa

Pore Water Pressure

| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|--|----------|-------|----------|-----------|---------------|--------|
| | | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B |

Piezometric Line: 1

Slip Surface Grid

Upper Left: (-16; 14) m

Lower Left: (-15; 6) m

Lower Right: (-7; 9) m

Grid Horizontal Increment: 16

Grid Vertical Increment: 16

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: (-14.933246; -1.017967) m

Upper Right Coordinate: (-3.933246; 1.471543) m

Lower Left Coordinate: (-13.933246; -5.996988) m

Lower Right Coordinate: (-1.933246; -3.507478) m

Number of Increments: 15

Use Left Projection: No

Left Projection Angle: 135 °

Use Right Projection: No

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 48 di 58 |

Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

X Y

Coordinate 1 -50 m -2 m

Coordinate 2 -12 m -2 m

Coordinate 3 20 m -2 m

Coordinate 4 50 m -2 m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.103

Vert Seismic Coef.: 0.052

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 4 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates

X Y

-4 m 6 m

4 m 6 m

Design Factor Set: SISMICA

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1

Effective Coefficient of Friction: 1

Undrained Strength: 1

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.2

Points

X Y

Point 1 -50 m 0 m
 Point 2 -50 m -20 m
 Point 3 50 m 0 m
 Point 4 50 m -20 m
 Point 5 -18.57 m 0 m
 Point 6 -5 m 5 m
 Point 7 5 m 5 m
 Point 8 -18.8 m 0 m
 Point 9 18.8 m 0 m
 Point 10 -4 m 5 m
 Point 11 4 m 5 m
 Point 12 -18.8 m -0.5 m
 Point 13 18.8 m -0.5 m
 Point 14 18.8 m -1 m
 Point 15 -18.8 m -1 m
 Point 16 -12.42 m 0 m
 Point 17 -50 m -4.5 m
 Point 18 -50 m -10 m
 Point 19 50 m -4.5 m
 Point 20 50 m -10 m
 Point 21 12.42 m 0 m

Regions

Material Points Area

Region 1 ASP 2;4;20;18 1,000 m²
 Region 2 Ar cud 8;12;13;9;21;16;5 18.8 m²
 Region 3 Ar cud 12;15;14;13 18.8 m²
 Region 4 Ar cud 1;17;19;3;9;13;14;15;12;8 412.4 m²
 Region 5 GS 17;18;20;19 550 m²

Region 6 RILEVATO 16;21;7;11;10;6 87.1 m²

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 4622 of 4624 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 401

Overdesign Factor: 1.134

Degree of Utilization: 0.882

Volume: 14.391487 m³

Weight: 287.82973 kN

Resisting Moment: 1,431.0918 kN·m

Activating Moment: 1,262.0356 kN·m

Resisting Force: 157.14917 kN

Activating Force: 138.65343 kN

Slip Rank: 1 of 4,624 slip surfaces

Exit: (-12.209115; 0.14210598) m

Entry: (-3.7098662; 5) m

Radius: 7.9411097 m

Center: (-11.0625; 8) m

Slip Slices

| X | Y | PWP | Base Normal Stress | Frictional Strength | Cohesive Strength | Suction Strength | Base Material |
|----------|--------------|---------------|--------------------|---------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Slice 1 | -12.104557 m | 0.12826472 m | -20.871892 kPa | 2.0037556 kPa | 1.3045879 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 2 | -11.86 m | 0.10029002 m | -20.597544 kPa | 6.9045293 kPa | 4.4953412 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 3 | -11.58 m | 0.077012317 m | -20.36926 kPa | 12.820103 kPa | 8.3468017 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 4 | -11.3 m | 0.063678441 m | -20.238494 kPa | 18.909323 kPa | 12.311318 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 5 | -11.02 m | 0.060238235 m | -20.204756 kPa | 24.941676 kPa | 16.238811 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 6 | -10.74 m | 0.066678813 m | -20.267919 kPa | 30.639283 kPa | 19.94836 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 7 | -10.46 m | 0.083024319 m | -20.428219 kPa | 35.715771 kPa | 23.253516 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 8 | -10.18 m | 0.10933639 m | -20.686262 kPa | 39.921582 kPa | 25.991798 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 9 | -9.9 m | 0.1457153 m | -21.04303 kPa | 43.083224 kPa | 28.050253 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 10 | -9.62 m | 0.19230198 m | -21.499905 kPa | 45.126325 kPa | 29.380457 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 11 | -9.34 m | 0.24928072 m | -22.058696 kPa | 46.078035 kPa | 30.000089 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 12 | -9.06 m | 0.31688305 m | -22.721672 kPa | 46.050845 kPa | 29.982386 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 13 | -8.78 m | 0.39539273 m | -23.491617 kPa | 45.214552 kPa | 29.4379 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 14 | -8.5 m | 0.48515213 m | -24.371887 kPa | 43.764827 kPa | 28.494025 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 15 | -8.22 m | 0.58657057 m | -25.366498 kPa | 41.895597 kPa | 27.277023 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 16 | -7.94 m | 0.70013485 m | -26.480222 kPa | 39.779423 kPa | 25.899243 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 17 | -7.66 m | 0.82642293 m | -27.71873 kPa | 37.556837 kPa | 24.45218 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 18 | -7.38 m | 0.96612161 m | -29.088755 kPa | 35.333141 kPa | 23.004396 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 19 | -7.1 m | 1.1200497 m | -30.598328 kPa | 33.18019 kPa | 21.602671 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 20 | -6.82 m | 1.289189 m | -32.257077 kPa | 31.140669 kPa | 20.274798 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 21 | -6.54 m | 1.4747259 m | -34.076637 kPa | 29.233065 kPa | 19.032812 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 22 | -6.26 m | 1.6781089 m | -36.071214 kPa | 27.456224 kPa | 17.875961 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 23 | -5.98 m | 1.9011308 m | -38.25839 kPa | 25.792879 kPa | 16.793005 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |
| Slice 24 | -5.7 m | 2.1460466 m | -40.660279 kPa | 24.211807 kPa | 15.763614 kPa | 0 kPa | 0 kPa |
| | RILEVATO | | | | | | |

LINEA POTENZA-METAPONO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA



Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Table with columns: COMMESSA (IA95), LOTTO (13), CODIFICA (R 78), DOCUMENTO (RH GE0006 002), REV. (B), FOGLIO (54 di 58)

9.3 SEZIONE H = 5M - CEDIMENTI

In asse

Main data table with columns: CONS., x (m), e_v (kPa), h (kPa), v_v (kPa), R0, R1, R2, amp0, amp2, amp1, alfa, beta, A_v (kPa), M_v (kPa), S_v (kPa), Delta (kPa), e_v (kPa), v_v (kPa), e0, e_v (kPa), c_v (kPa), s_v (kPa), c_v (kPa)



LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

| | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| | IA95 | 13 | R 78 | RH GE0006 002 | B | 55 di 58 |

Al piede



LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA95

13

R 78

RH GE0006 002

B

56 di 58

Table with columns: z(m), v(v(kPa)), u(kPa), R0, R1, R2, amp0, amp2, amp1, alfa, beta, Ar_z0(kPa), Ar_z1(kPa), Ar_z2(kPa), Ar_z3(kPa), Ar_z4(kPa), Ar_z5(kPa), Ar_z6(kPa), Ar_z7(kPa), Ar_z8(kPa), Ar_z9(kPa), Ar_z10(kPa), Ar_z11(kPa), Ar_z12(kPa), Ar_z13(kPa), Ar_z14(kPa), Ar_z15(kPa), Ar_z16(kPa), Ar_z17(kPa), Ar_z18(kPa), Ar_z19(kPa), Ar_z20(kPa), Ar_z21(kPa), Ar_z22(kPa), Ar_z23(kPa), Ar_z24(kPa), Ar_z25(kPa), Ar_z26(kPa), Ar_z27(kPa), Ar_z28(kPa), Ar_z29(kPa), Ar_z30(kPa), Ar_z31(kPa), Ar_z32(kPa), Ar_z33(kPa), Ar_z34(kPa), Ar_z35(kPa), Ar_z36(kPa), Ar_z37(kPa), Ar_z38(kPa), Ar_z39(kPa), Ar_z40(kPa), Ar_z41(kPa), Ar_z42(kPa), Ar_z43(kPa), Ar_z44(kPa), Ar_z45(kPa), Ar_z46(kPa), Ar_z47(kPa), Ar_z48(kPa), Ar_z49(kPa), Ar_z50(kPa), Ar_z51(kPa), Ar_z52(kPa), Ar_z53(kPa), Ar_z54(kPa), Ar_z55(kPa), Ar_z56(kPa), Ar_z57(kPa), Ar_z58(kPa), Ar_z59(kPa), Ar_z60(kPa), Ar_z61(kPa), Ar_z62(kPa), Ar_z63(kPa), Ar_z64(kPa), Ar_z65(kPa), Ar_z66(kPa), Ar_z67(kPa), Ar_z68(kPa), Ar_z69(kPa), Ar_z70(kPa), Ar_z71(kPa), Ar_z72(kPa), Ar_z73(kPa), Ar_z74(kPa), Ar_z75(kPa), Ar_z76(kPa), Ar_z77(kPa), Ar_z78(kPa), Ar_z79(kPa), Ar_z80(kPa), Ar_z81(kPa), Ar_z82(kPa), Ar_z83(kPa), Ar_z84(kPa), Ar_z85(kPa), Ar_z86(kPa), Ar_z87(kPa), Ar_z88(kPa), Ar_z89(kPa), Ar_z90(kPa), Ar_z91(kPa), Ar_z92(kPa), Ar_z93(kPa), Ar_z94(kPa), Ar_z95(kPa), Ar_z96(kPa), Ar_z97(kPa), Ar_z98(kPa), Ar_z99(kPa), Ar_z100(kPa).

LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Relazione descrittiva generale Rilevati e Trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA95

13

R 78

RH GE006 002

B

57 di 58

Al ciglio

Table with columns: x(m), e' v(kPa), u(kPa), e' v(kPa), R0, R1, R2, amp0, amp2, amp1, alfa, beta, As_x(kPa), As_y(kPa), As_z(kPa), da(kPa), e' v(kPa), e' v(kPa), e0, e' z(kPa), e' v(kPa), e' z(kPa). Contains data for various points along the track.



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

LINEA POTENZA-METAPONTO
INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERNALDA
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Table with columns: Relazione descrittiva, generale Rilevati e, COMMESSA, LOTTO, CODIFICA, DOCUMENTO, REV., FOGLIO

Tra piede e ciglio

Main data table with columns: x(m), e_v (kPa), n (kPa), e'_v (kPa), R0, R1, R2, amp0, amp1, amp2, alfa, beta, An_aj (kPa), An_aj (kPa), An_aj (kPa), An (kPa), An (kPa), An (kPa), e'_v (kPa), e (kPa), e (kPa), e (kPa), e (kPa), e (kPa), e (kPa)