

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PRODUZIONE SUD E ISOLE

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE - ANALISI CEDIMENTI E STABILITA'

SCALA:

-

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

I F 0 J 0 0 E 7 8 C L G E 0 0 0 5 0 0 1 A

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|---------------------|-----------|---------|------------|---------|-----------|---------|------------------|
| A | Emissione Esecutiva | L.INFANTE | 09.2015 | D.CAPUTO | 09.2015 | D. APREA | 09.2015 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Produzione Sud e Isole
Dott. Ing. DANIELE TIBERTI
Ordine Ingegneri di Napoli
N° 10876

File: IF0J00E78CLGE0005001A.doc

n. Elab.: 31

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 4 |
| 2 | NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 5 |
| 2.1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 5 |
| 2.2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO..... | 5 |
| 3 | CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE | 6 |
| 3.1 | PREMESSA | 6 |
| 3.2 | RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE | 6 |
| 3.3 | SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO..... | 7 |
| 3.4 | FALDA | 10 |
| 4 | ANALISI DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI..... | 11 |
| 4.1 | CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI | 11 |
| 4.1.1 | <i>Determinazione della zona compressibile Hc</i> | <i>12</i> |
| 4.1.2 | <i>Terreni sabbiosi.....</i> | <i>12</i> |
| 4.1.3 | <i>Terreni argillosi e/o stratificati.....</i> | <i>13</i> |
| 4.1.4 | <i>Tipi di cedimento.....</i> | <i>13</i> |
| 4.1.5 | <i>Valutazione teorica dei vari tipi di cedimento</i> | <i>15</i> |
| 4.1.6 | <i>Determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti.....</i> | <i>16</i> |
| | Cedimenti di consolidazione primaria..... | 16 |
| | Cedimento secondario | 18 |
| 4.2 | RISULTATI | 19 |
| 5 | ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE | 21 |
| 5.1 | METODOLOGIE DI CALCOLO..... | 21 |
| 5.1.1 | <i>Carichi stradali.....</i> | <i>22</i> |
| 5.1.2 | <i>Azioni sismiche per analisi di stabilità.....</i> | <i>22</i> |
| 5.2 | RISULTATI | 23 |
| 6 | APPENDICE A: ANALISI DEI CEDIMENTI EI RILEVATI. TABULATI DI CALCOLO CED..... | 25 |
| 6.1 | SEZIONE H=2M..... | 25 |



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|---------|
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 3 DI 41 |

7 APPENDICE B: ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO PCSTABL5M..... 29

7.1 RILEVATO H=2M - ANALISI STATICA29

7.2 RILEVATO H=2M - ANALISI SISMICA.....35



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|---------|
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 4 DI 41 |

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano le verifiche geotecniche relative ai rilevati della nuova viabilità prevista nel comune di Acerra in località Gaudello, ramo est.

Nel presente elaborato verranno affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Analisi dei cedimenti dei rilevati e loro decorso nel tempo;
- Verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati.

2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008).
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- [N.3]. DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni.
- [N.4]. Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.

2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [D1]. IF0J00E69RGGE0001001A – Progetto Esecutivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate. Relazione geologica, geomorfologia ed idrologia.
- [D2]. IF0E00D69RGGE0002001A – Progetto Definitivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Relazione sulla modellazione numerica della falda acquifera superficiale. Aprile 2015.
- [D3]. IF0E00D78RHGE0005001A – Progetto Definitivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Relazione geotecnica. Luglio 2015.
- [D4]. IF0I00D69SGGE0001001B – Progetto Definitivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate – Viabilità Gaudello Ramo Est. Indagini geotecniche e prove in sito.
- [D5]. IF0I00D69IGGE0005001A – Progetto Definitivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate – Viabilità Gaudello Ramo Est. Rapporto Tecnico Prove Down-Hole.
- [D6]. IF0I00D69PRGE0005001A – Progetto Definitivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate – Viabilità Gaudello Ramo Est. Prove di laboratorio geotecnico.
- [D7]. IF0J00E78RHGE0005001A – Progetto Esecutivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate – Relazione geotecnica.
- [D8]. IF0J00E78F6GE0005001A - Progetto Esecutivo. Itinerario Napoli-Bari Variante Linea Cannello-Napoli. Viabilità Opere Anticipate. Profilo stratigrafico longitudinale.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE

3.1 PREMESSA

Nel presente capitolo vengono richiamate le principali informazioni di carattere geotecnico, dettagliatamente discusse nella relazione geotecnica generale [D1].

Nel profilo stratigrafico longitudinale [D8], sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato il livello di falda massimo rilevato da letture piezometriche.

Il profilo stratigrafico verrà preso a riferimento per definire la stratigrafia di dettaglio lungo il tracciato ed in corrispondenza delle opere d'arte in progetto.

3.2 RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Lungo il tracciato dalle indagini eseguite sono state intercettate le seguenti unità geotecniche procedendo a partire dal p.c. fino alla massima profondità investigata (30.0 m):

Unità R - Terreni di riporto e colture vegetale. Si tratta di terreno di riporto antropico (Ra) che costituisce il corpo dei rilevati esistenti e del terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti.

Unità DI: Depositi piroclastici rimaneggiati. Si tratta di sabbie limose piroclastiche rimaneggiate in ambiente continentale per azione di acque fluviali e di antiche conche lacuali e palustri, talora con presenza di orizzonti torbosi e tracce di paleosuoli. L'unità si rinviene al di sotto del terreno di riporto.

Unità Po: Depositi piroclastici recenti. Si tratta di depositi piroclastici sabbiosi di età eruttiva flegrea e vesuviana (Olocene storico e recente) formati da lapilli, ceneri vulcaniche, pomice con locali tracce di paleosuoli. Sono costituiti da sabbie da fini a medie a grossolane in matrice limosa debolmente argillosa con presenza di locali livelli ghiaiosi. Si trovano lungo il tracciato sotto il terreno di riporto o sotto gli eventuali spessori di depositi piroclastici rimaneggiati e poggiano sull'Ignimbrite Campana.

Unità TL: Tufo litoide e Unità TS – Tufo sfatto: si tratta di tufo eruttato durante il Primo Periodo Flegreo, anche detto "Ignimbrite Campana"; si presenta da litoide con struttura vacuolare (unità TL) a sfatto/pseudo litoide (Unità TS), costituito da sabbia limosa con clasti.

Unità Pb: Depositi piroclastici di base: si tratta di depositi piroclastici alla base dell'Ignimbrite Campana, sono terreni tufacei scarsamente litoidi in facies cineritica e pomicea, costituiti da sabbie da fini a medie localmente grossolane, in matrice limosa con locale ghiaia.

3.3 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano i valori dei parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate.

Unità Rv – coltre vegetale

| | |
|-------------------------------------|---|
| $\gamma = 17\div 19 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 30^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $E_0 = 50\div 200 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni. |

Unità Ra – riporto antropico dei rilevati esistenti e delle viabilità secondarie in progetto

| | |
|-------------------------------------|---|
| $\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 35^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $E_0 = 300\div 400 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni. |

Unità Ra – riporto antropico dei rilevati ferroviari in progetto

| | |
|-------------------------------------|--|
| $\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $\varphi' = 38^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $c' = 0 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $E_0 = 300\div 400 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni |

Unità DI – Piroclastiti rimaneggiate sabbioso limose

| | |
|---|--|
| $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 30 \div 33^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $k = 7E^{-09} \div 1.5 E^{-04} \text{ m/s}$ | coefficiente di permeabilità |
| $V_s = 160 \div 270 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio |
| $G_o = 40 \div 120 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 100 \div 300 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Unità Po – Piroclastiti recenti sabbioso limose

| | |
|---------------------------------------|--|
| $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 33 \div 35^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $k = 7E-09 \div 1.5 E-04 \text{ m/s}$ | coefficiente di permeabilità |
| $V_s = 200 \div 400 \text{ m/s}$ | velocità delle onde di taglio |
| $G_o = 65 \div 260 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 170 \div 680 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Unità TL – Tufo litoide

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| $\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 20 \div 50 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 35 \div 41^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $\sigma_c = 3 \text{ MPa}$ | resistenza a compressione monoassiale |

$E'_{op} = 200 \div 400$ MPa modulo di deformazione elastico operativo

Unità Ts – Tufo sfatto

$\gamma = 15 \div 16$ kN/m³ peso di volume naturale

$c' = 0 \div 5$ kPa coesione drenata

$\varphi' = 35 \div 37$ ° angolo di resistenza al taglio

$V_s = 580 \div 660$ m/s velocità delle onde di taglio

$G_o = 550 \div 700$ MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E'o = 1400 \div 1800$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Pb – Piroclastiti di base sabbioso limose

$\gamma = 16$ kN/m³ peso di volume naturale

$c' = 0 \div 5$ kPa coesione drenata

$\varphi' = 35 \div 37$ ° angolo di resistenza al taglio

$V_s = 380 \div 550$ m/s velocità delle onde di taglio

$G_o = 235 \div 490$ MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E'o = 600 \div 1280$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

I moduli di deformabilità “operativi” (E') da adottare per la valutazione di cedimenti dei rilevati, saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale ($E' = E_o/10$).



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 10 DI 41 |

3.4 FALDA

Lungo la viabilità in esame si assume il livello di falda cautelativamente a quota p.c. locale in relazione alla massima lettura piezometrica rilevata nel sondaggio S57 pari a +25.36 m s.l.m..



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 11 DI 41 |

4 ANALISI DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

Lungo il tracciato sono presenti rilevati di altezza molto modesta, sempre inferiore ai 1.50 m circa. La pendenza delle scarpate dei rilevati è 2 (verticale) / 3 (orizzontale) con larghezza sommitale massima pari a 18.8 m.

Il terreno di fondazione dei rilevati in esame, presenta sempre buone caratteristiche meccaniche e bassa deformabilità, pertanto non si prevedono problematiche relative allo sviluppo dei cedimenti che saranno sempre bassi (entro il centimetro) e si svilupperanno entro i tempi di costruzione dei rilevati.

4.1 CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Si riportano nel seguito le metodologie ed i criteri di calcolo del cedimento.

L'analisi del cedimento è stata effettuata utilizzando il programma CED sviluppato dall'ing. Guiducci per l'analisi delle tensioni indotte nel sottosuolo dai carichi applicati in superficie.

Con il programma di calcolo è possibile analizzare cedimenti di rilevati illimitati sia di rilevati semi-illimitati (quali ad esempio i rilevati stradali dei cavalcaferrovia ed i rilevati di approccio alle spalle dei viadotti di linea).

Nel caso di rilevati illimitati, generalmente il calcolo è stato effettuato in corrispondenza dell'asse del rilevato (cedimento massimo) ed in prossimità di altri punti significativi quali il ciglio ed il piede del rilevato, in maniera tale da ottenere, sia per il cedimento totale che per quello di consolidazione, l'andamento trasversale al di sotto del piano di fondazione.

Nel caso di rilevati semi-illimitati il cedimento è stato valutato in condizione di area di carico semi - infinita; in particolare è stato individuato l'andamento del cedimento in asse rilevato in funzione dell'ascissa longitudinale (tenendo quindi conto della pendenza longitudinale del rilevato), al fine di determinare la posizione (rispetto alla spalla) della sezione con cedimento massimo. Successivamente per la sezione con cedimento totale massimo in asse è stato valutato il cedimento in prossimità di altri punti significativi quali il ciglio ed il piede del rilevato, in maniera tale da ottenere, sia per il cedimento totale che per quello di consolidazione, l'andamento trasversale al di sotto del piano di fondazione.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 12 DI 41 |

4.1.1 DETERMINAZIONE DELLA ZONA COMPRESSIBILE HC

Viene definita convenzionalmente zona compressibile (Hc) la profondità oltre la quale l'incremento delle tensioni verticali ($\Delta\sigma_z$) risulti inferiore a $(0.10) \cdot (\sigma'_{vo})$ (essendo σ'_{vo} la tensione verticale efficace litostatica) e il contributo al cedimento può essere considerato trascurabile.

4.1.2 TERRENI SABBIOSI

Il cedimento dei rilevati poggianti su terreni sabbiosi può essere determinato ricorrendo alla teoria dell'elasticità ed alla seguente espressione:

essendo:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

s_t = cedimento totale

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$ = tensioni indotte dal carico

h_i = altezza dello strato i-esimo

n = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile (H_c)

E_i' = modulo di deformazione elastico drenato dello strato i-esimo

ν' = rapporto di Poisson = 0.3

Il comportamento dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) risulta macroscopicamente diverso da quello dei terreni a grana fine (limi e argille), in virtù della marcata differenza esistente tra i valori del coefficiente di permeabilità. Avendo infatti elevata permeabilità essi si comportano come un sistema aperto con libero flusso dell'acqua e l'eventuale sovrappressione dell'acqua interstiziale, generata da una qualunque causa che ne disturbi l'equilibrio originario, si dissipa in tempi estremamente brevi. Ne consegue che, ai fini pratici, si può trascurare il moto di filtrazione transitorio e fare riferimento direttamente alle condizioni di equilibrio finale.

Il decorso del cedimento nel tempo può essere pertanto considerato rapido, praticamente contemporaneo alla costruzione dell'opera.

4.1.3 TERRENI ARGILLOSI E/O STRATIFICATI

Nel presente paragrafo vengono illustrati i criteri utilizzati per la valutazione dei cedimenti di rilevati in terreni costituiti prevalentemente da materiali argillosi saturi e in terreni stratificati, ovvero costituiti da materiali argillosi intercalati da lenti sabbiose.

L'analisi relativa ai cedimenti viene sviluppata con riferimento ai seguenti aspetti principali:

- descrizione dei diversi tipi di cedimento (immediato, di consolidazione primaria, secondario);
- descrizione delle ipotesi di lavoro;
- determinazione teorica dell'entità dei diversi tipi di cedimento;
- determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti di consolidazione primaria e secondaria, assenza o presenza di dreni verticali.

4.1.4 TIPI DI CEDIMENTO

L'applicazione di un carico di dimensioni finite su un deposito costituito da materiali argillosi saturi comporta un processo deformativo nel terreno che tradizionalmente viene schematizzato come illustrato nella **Figura 1** (vedasi ad esempio Perloff [1975]):

- a) Data la bassa permeabilità (k) del terreno, la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovrappressioni interstiziali (Δu); i materiali argillosi si deformano allora a volume costante ed il cedimento che ne consegue è indicato come cedimento immediato.
- b) Il trasferimento del carico dall'acqua allo scheletro solido comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità dell'argilla e alle condizioni di drenaggio. Il processo è noto come consolidazione primaria ed il cedimento conseguente a tale processo è indicato come cedimento di consolidazione primaria.
- c) Ultimato il processo di consolidazione primaria, anche quando le sovrappressioni nell'acqua risultano nulle, continuano a svilupparsi nel tempo assestamenti dovuti a fenomeni di natura plastico-viscosa che avvengono in condizioni drenate; il cedimento conseguente è noto come cedimento secondario.

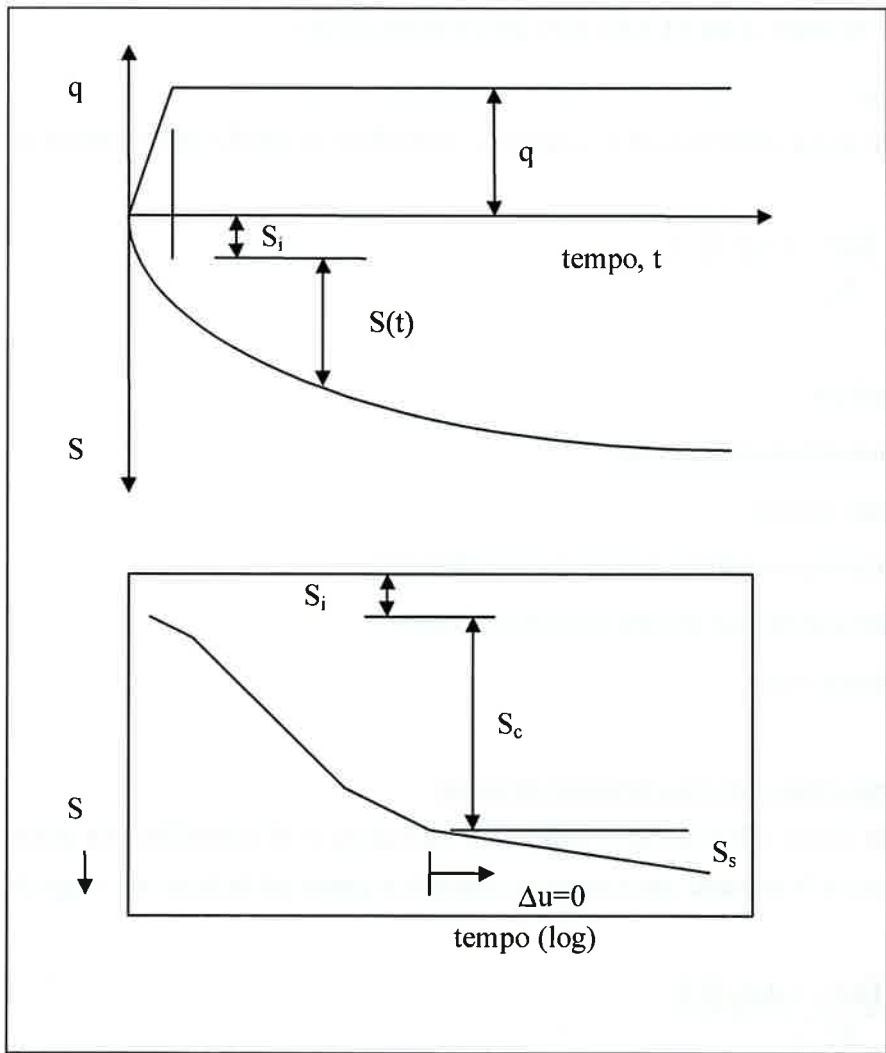


Figura 1 – Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

4.1.5 VALUTAZIONE TEORICA DEI VARI TIPI DI CEDIMENTO

Cedimento immediato

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato in argille viene stimato con la seguente espressione:

$$s_i = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu_u \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_{ui}}$$

essendo:

s_i = cedimento immediato

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$ = tensioni indotte dal carico

h_i = altezza dello strato i-esimo

n = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile (H_c)

E_{ui} = modulo di deformazione non drenato dello strato i-esimo

ν_u = rapporto di Poisson = 0.5

Cedimento totale (immediato e di consolidazione primaria)

Con riferimento alla teoria dell'elasticità il cedimento immediato e di consolidazione primaria nei terreni coesivi viene stimato con la seguente espressione (in analogia a quanto già indicato per i depositi incoerenti):

essendo:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{(\Delta\sigma_z - \nu' \cdot (\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \cdot h_i}{E_i'}$$

s_t = cedimento immediato e di consolidazione primaria

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$ = tensioni indotte dal carico

h_i = altezza dello strato i-esimo

n = numero di strati in cui è suddivisa la zona compressibile (H_c)

E_i' = modulo di deformazione elastico drenato dello strato i-esimo

ν' = rapporto di Poisson = 0.3

Per definizione il cedimento di consolidazione primaria è dato dalla differenza tra s_t e s_i .



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 16 DI 41 |

4.1.6 DETERMINAZIONE TEORICA DELL'ANDAMENTO NEL TEMPO DEI CEDIMENTI

Cedimenti di consolidazione primaria

L'analisi del processo di consolidazione consiste nella previsione del decorso nel tempo della dissipazione della sovrappressione interstiziale e quindi del cedimento.

Si tratta di un problema molto complesso del quale esistono in letteratura delle soluzioni relative a schemi semplificati che possono comunque fornire indicazioni per i problemi pratici.

La prima soluzione al problema monodimensionale è stata ottenuta da Terzaghi (1923) nell'ambito delle seguenti ipotesi:

- terreno omogeneo e completamente saturo, con legge sforzi-deformazione di tipo lineare;
- i parametri di compressibilità e di permeabilità sono costanti durante il processo di consolidazione;
- incompressibilità dell'acqua e dello scheletro solido del terreno;
- deformazioni piccole e comportamento del terreno non viscoso;
- il carico è supposto applicato istantaneamente;
- validità della legge di Darcy.

L'equazione differenziale che regola il fenomeno in regime transitorio è:

$$c_v \frac{d^2 u}{dz^2} = \frac{du}{dt}$$

dove:

c_v = coefficiente di consolidazione verticale;

u = sovrappressione interstiziale: $u(z,t)$;

z = dimensione (verticale);

t = tempo;

d = simbolo per derivata parziale.

La soluzione dell'equazione dipende dalle condizioni iniziali:

- distribuzione delle sovrappressioni interstiziali all'atto dell'applicazione del carico;
- condizioni di drenaggio al contorno.

La soluzione è generalmente espressa in termini del parametro adimensionale "grado di consolidazione" U_v definito dal rapporto fra la sovrappressione dissipata e quella iniziale:

$$U_v(z,t) = \frac{u_0 - u(z,t)}{u_0} = 1 - \frac{u(z,t)}{u_0} = \frac{s_c(t)}{s_c}$$

dove:

u_0 = sovrappressione iniziale;

$u(z,t)$ = sovrappressione durante il transitorio;

$s_c(t)$ = cedimento (per consolidazione) nel generico istante t ;

s_c = cedimento al termine del processo.

Una funzione che approssima la soluzione dell'equazione differenziale è stata proposta da Sivaram e Swamee - 1977 (vedasi "Geotecnica" di R. Lancellotta).

$$U_v = (4 \cdot T_v / \pi)^{0.5} / [1 + (4 \cdot T_v / \pi)^{2.8}]^{0.179}$$

dove:

$T_v = c_v \cdot t / L_v^2$ fattore di tempo adimensionale

$c_v = k_v \cdot E_d / \gamma_w$ coefficiente di consolidazione verticale

k_v = coefficiente di permeabilità verticale

E_d = modulo di compressibilità edometrica

γ_w = peso di volume dell'acqua

t = istante di tempo generico

L_v = massimo percorso di drenaggio.

Cedimento secondario

Il cedimento secondario nei terreni coesivi è convenzionalmente calcolato facendo riferimento alla seguente equazione:

$$s_s = \sum_1^n \log\left(\frac{t}{t_{100,i}}\right) \cdot c_{\alpha i} \cdot h_i$$

essendo:

s_s = cedimento secondario;

t = tempo generico a partire dall'applicazione del carico;

$t_{100,i}$ = tempo necessario all'esaurimento della consolidazione primaria nello strato argilloso i -esimo, separato da altri strati argillosi da lenti sabbiose continue;

h_i = altezza dello strato argilloso i -esimo separato da altri strati argillosi da lenti sabbiose continue;

n = numero di strati argillosi separati tra loro da lenti sabbiose continue

$c_{\alpha i}$ = coefficiente di consolidazione secondaria nello strato i -esimo misurato da prove edometriche di laboratorio.

Nell'impiego della relazione sono implicite le seguenti ipotesi:

- monodimensionalità del problema;
- il cedimento secondario inizia dopo l'esaurimento del cedimento di consolidazione primaria;
- il valore di c_{α} è costante durante l'evolversi del cedimento secondario;
- il valore di c_{α} è indipendente dal valore dello spessore dello strato i -esimo h_i , anche se tale spessore influenza l'entità del t_{100} ;
- il valore di c_{α} è indipendente dal rapporto $\Delta\sigma_z/\sigma'_{v0}$.

Nel caso di profili caratterizzati da più strati argillosi separati da lenti sabbiose non continue, il calcolo del cedimento secondario viene eseguito con riferimento al monostrato e ad un coefficiente di consolidazione secondaria medio pesato tra quelli relativi ai singoli strati.

4.2 RISULTATI

Nel seguito verranno riportate le analisi di valutazione dei cedimenti dei rilevati; l'analisi è stata svolta cautelativamente considerando una altezza massima di rilevato di 2 m, larghezza sommitale massima di 18.8 m e con riferimento alla successione stratigrafica peggiore.

L'analisi dei cedimenti dei rilevati è stata svolta in accordo alle metodologie di calcolo esposte in Appendice A, con il programma di calcolo CED (G. Guiducci) considerando l'ipotesi di rilevato illimitato. Nella valutazione dei cedimenti e quindi nella determinazione dello spessore compressibile, si sono considerati i contributi degli strati in corrispondenza dei quali l'incremento della tensione verticale risulta maggiore o uguale a 0.1 volte la tensione geostatica efficace.

La stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto sono di seguito sintetizzati ed in accordo ai documenti (relazione geotecnica viabilità Gaudello e profilo stratigrafico longitudinale).

Le caratteristiche di deformabilità sono state stimate dall'interpretazione delle prove sismiche (Down-Hole), per l'analisi dei cedimenti dei rilevati, il modulo di deformazione operativo è stato valutato come $E' = E_0/10$.

Nel seguito si sintetizza la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto.

Da 0.0 a 3.5 m da p.c. **Unità DI – Piroclastiti rimaneggiate sabbioso-limose**

| | |
|---------------------------------|--|
| $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 30 \div 33^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $E_0 = 80 \div 200 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Da 3.5 a 10.5 m da p.c. **Unità Po – Piroclastiti recenti sabbioso-limose**

| | |
|-------------------------------|--|
| $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
| $c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$ | coesione drenata |
| $\varphi' = 33 \div 35^\circ$ | angolo di resistenza al taglio |
| $E_0 = 470 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale |

Da 10.5 a 22.0 m da p.c. **Unità Ts – Tufi sfatti**

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| $\gamma = 15 \div 16 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale |
|--------------------------------------|-------------------------|

$c' = 0 \div 5$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 35 \div 37$ ° angolo di resistenza al taglio
 $E'o = 680 \div 1380$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

Da 22.0 a 30.0 m da p.c. **Unità Pb – Piroclastiti di base sabbioso limose**

$\gamma = 16$ kN/m³ peso di volume naturale
 $c' = 0 \div 5$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 35 \div 37$ ° angolo di resistenza al taglio
 $E'o = 1020 \div 1060$ MPa Modulo di deformazione elastico iniziale

Nella seguente tabella si riassumono i risultati dei calcoli eseguiti, in Appendice A sono riportati i tabulati di calcolo completi.

Tabella 1 – Cedimenti dei rilevati

| Altezza rilevato (m) | Larghezza sommitale [m] | Cedimento totale in asse (mm) |
|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 2.0 | 18.8 | 8 |

Si osserva che i cedimenti totali massimi stimati sono inferiori al centimetro. Inoltre si può prevedere che gran parte dei cedimenti totali si genereranno durante il decorso delle fasi costruttive; quindi i cedimenti stimati risultano compatibili con la funzionalità in esercizio delle opere.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|------|----------|--------------|------|----------|
| IF0J | 00 | E | 78 | CL GE0005001 | A | 21 DI 41 |

5 ANALISI DI STABILITÀ DELLE SCARPATE

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati.

Le verifiche sono state svolte sia in condizioni statiche che sismiche con le metodologie indicate al successivo paragrafo e con i parametri geotecnici.

5.1 METODOLOGIE DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità sono state svolte sia in condizioni statiche che sismiche.

L'esame delle condizioni di stabilità è stato condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. Per la valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità globale si è impiegato un codice di calcolo denominato PCSTASBL5M, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Sono state cautelativamente considerate ipotesi di deformazione piana. In particolare, in questa sede si fa riferimento al metodo Random che prevede l'utilizzo di superfici di scorrimento irregolari, per gli scavi in formazioni a natura prevalentemente litoide e metodo di Bishop che prevede superfici di scorrimento circolari nei terreni.

Nelle analisi sono state ovviamente trascurate le superfici più corticali in quanto poco significative e per le quali non risulta idonea una analisi convenzionale all'equilibrio limite.

Il coefficiente di sicurezza FS a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}}$$

In accordo alla normativa vigente per rilevati in materiali sciolti e fronti di scavo, le analisi di stabilità vengono condotte secondo la combinazione (A2+M2+R2).

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.

$\gamma_\phi = 1.25$ coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio

$\gamma_c = 1.25$ coefficiente parziale per la coesione drenata

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$\tan(\varphi'_k) = \tan(\varphi'_k) / \gamma_\varphi$ angolo di resistenza al taglio

$c'_k = c'_k / \gamma_c$ coesione drenata

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).

Pertanto il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare $FS \geq 1.1$.

In accordo alla normativa vigente l'analisi sismica allo stato limite ultimo (SLU sismico) viene condotta considerando i parametri del terreno abbattuti con i coefficienti parziali precedentemente riportati ed il coefficiente di sicurezza dovrà risultare ≥ 1.1 .

5.1.1 CARICHI STRADALI

Per le analisi di stabilità è stato considerato il sovraccarico accidentale stradale di 20 kPa già fattorizzato ($\gamma_F = 1.3$, Tabella 5.2.V NTC 2008). In condizioni sismiche al carico accidentale è stato applicato un coefficiente di combinazione pari a 0.2, come da § 2.3.3 delle Specifiche RFI.

5.1.2 AZIONI SISMICHE PER ANALISI DI STABILITÀ

In generale, il metodo pseudo-statico modella l'azione sismica considerando in luogo delle azioni dinamiche azioni statiche equivalenti ovvero forze statiche orizzontali f_h e verticali f_v per unità di volume, d'intensità pari al prodotto fra il peso specifico del corpo γ sottoposto all'azione dinamica ed un coefficiente sismico:

$f_h = \gamma \cdot k_h$ forza orizzontale per unità di volume

$f_v = \gamma \cdot k_v$ forza verticale per unità di volume

dove:

γ = peso specifico del volume considerato.

In accordo alla normativa vigente per le analisi in esame, la componente orizzontale (a_h) dell'accelerazione può essere legata all'accelerazione massima attraverso la seguente relazione:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.072$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.036$$

dove:

k_h = coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v = coefficiente sismico in direzione verticale;

β_s = coefficiente di riduzione che dipende dall'accelerazione massima e dalla categoria di suolo (0.28).

5.2 RISULTATI

Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate di scavo definitive sia in condizioni statiche che sismiche (per l'analisi sismica è riportata la verifica con $\pm kv$ che ha fornito il valore minimo del coefficiente di sicurezza). I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice B.

Il fattore di sicurezza alla stabilità è sempre maggiore del valore previsto da normativa ($FS > \gamma_R = 1.1$) quindi la verifica di stabilità è soddisfatta.

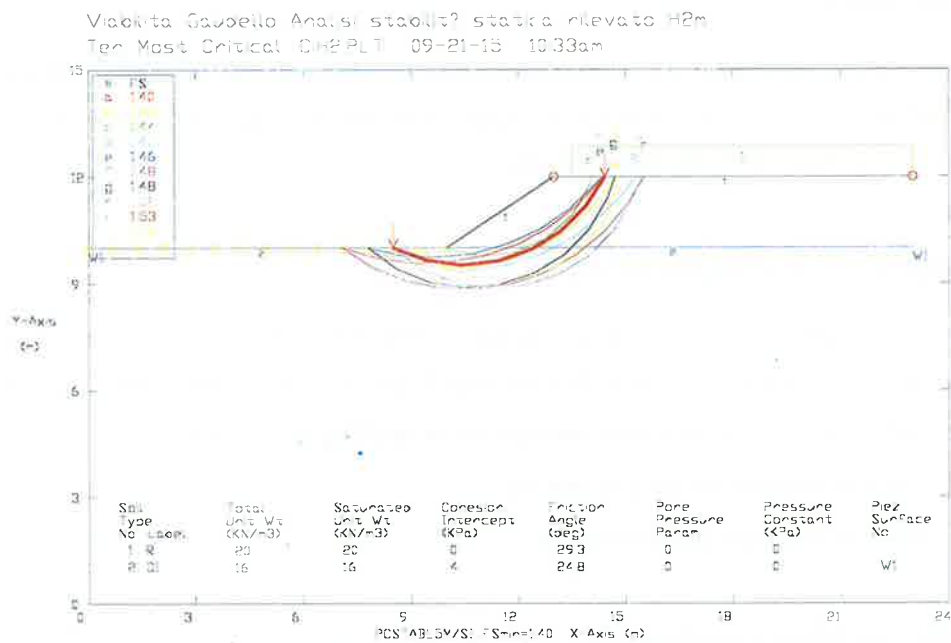


Figura 2. Analisi statica SLU

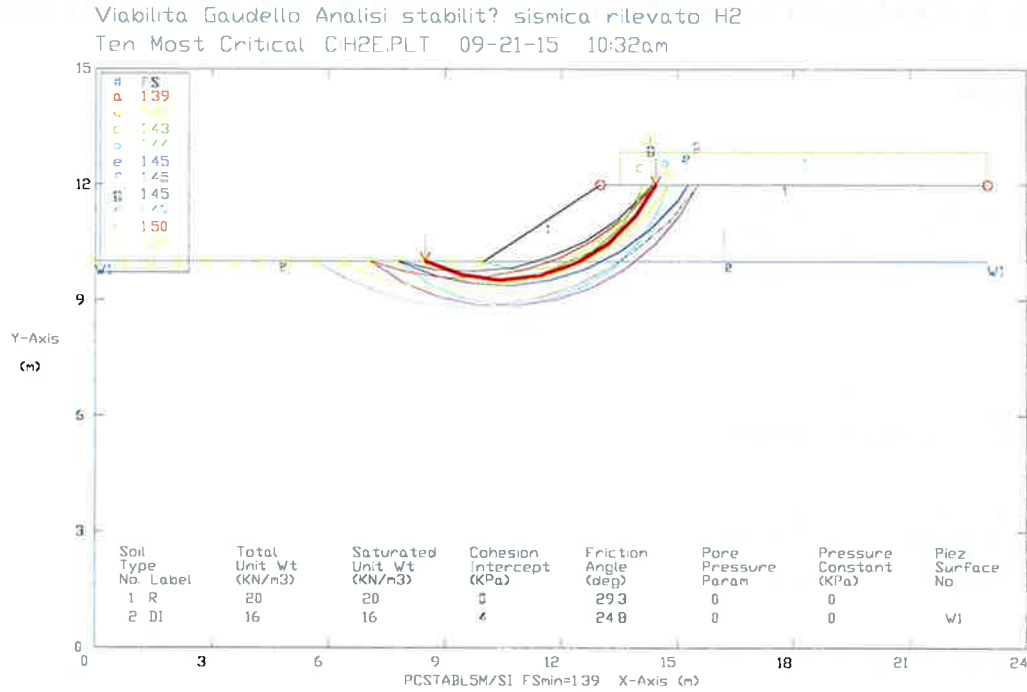


Figura 3. Analisi sismica SL

6 APPENDICE A: ANALISI DEI CEDIMENTI EI RILEVATI. TABULATI DI CALCOLO CED

6.1 SEZIONE H=2M

*** CED ***
Programma per l'analisi dei cedimenti
per aree di carico di rigidità nulla

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

VIABILITA' GAUDELLO

Rilevato illimitato - cedimento totale H2m

Coefficiente di Frolich = 4
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondita' falda = .0 m
Coefficiente di Poisson = .30

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

| n. | Z in m | Z fin m | E in kPa | E fin kPa | G nat kN/m ³ | G eff kN/m ³ | N dv |
|----|-----------|------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|------|
| 1 | .0 | 3.5 | 8000. | 20000. | 16.0 | 6.0 | 7 |
| 2 | 3.5 | 10.5 | 47000. | 47000. | 16.0 | 6.0 | 14 |
| 3 | 10.5 | 22.0 | 68000. | 68000. | 16.0 | 6.0 | 12 |
| 4 | 22.0 | 30.0 | 100000. | 100000. | 16.0 | 6.0 | 16 |

S'z = tensione verticale efficace litostatica
Z in = profondita' inizio strato
Z fin = profondita' fine strato
E in = modulo elastico inizio strato
E fin = modulo elastico fine strato
G nat = peso di volume naturale
G eff = peso di volume efficace
N dv = numero suddivisioni dello strato

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 2.0 m
Larghezza sommita' = 18.8 m
Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m³
Sovraccarico in sommita' = .0 kPa
Pendenza longitudinale = .000 (vert/orizz - semiillimitato)



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF0J 00 E 78 CL GE0005001 A 26 DI 41

pag. / 2

VIABILITA GAUDELLO

Rilevato illimitato - cedimento totale H2m

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato

| N. | Press. kPa | X c m | Y c m | X lato m | Y lato m | Carico MN |
|-----------------|---------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 8.0 | .00 | 217.99 | 24.20 | 435.97 | 84.394 |
| 2 | 8.0 | .00 | 217.99 | 23.00 | 435.97 | 80.211 |
| 3 | 8.0 | .00 | 217.99 | 21.80 | 435.97 | 76.028 |
| 4 | 8.0 | .00 | 217.99 | 20.60 | 435.97 | 71.845 |
| 5 | 8.0 | .00 | 217.99 | 19.40 | 435.97 | 67.661 |
| Carico totale = | | | | | | 380.140 MN |



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|--------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IFOJ | 00 | E | 78 | CL GE0005001 | A | 27 DI 41 |

pag./ 3

VIABILITA' GAUDELLO

Rilevato illimitato - cedimento totale H2m

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Incrementi di tensioni dovuti ai carichi

| Prof. m | D S'z kPa | D S'x kPa | D S'y kPa | .10 S'z | E medio |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|
| .3 | 20.0 | 10.0 | 10.0 | .2 | 8857. |
| .8 | 20.0 | 9.9 | 10.0 | .5 | 10571. |
| 1.3 | 20.0 | 9.8 | 9.9 | .8 | 12286. |
| 1.8 | 20.0 | 9.6 | 9.9 | 1.1 | 14000. |
| 2.3 | 20.0 | 9.4 | 9.8 | 1.4 | 15714. |
| 2.8 | 20.0 | 9.1 | 9.7 | 1.6 | 17429. |
| 3.3 | 19.9 | 8.8 | 9.6 | 2.0 | 19143. |
| 3.8 | 19.9 | 8.4 | 9.4 | 2.3 | 47000. |
| 4.3 | 19.9 | 8.1 | 9.3 | 2.5 | 47000. |
| 4.8 | 19.8 | 7.7 | 9.2 | 2.9 | 47000. |
| 5.3 | 19.7 | 7.3 | 9.0 | 3.2 | 47000. |
| 5.8 | 19.6 | 6.9 | 8.8 | 3.5 | 47000. |
| 6.3 | 19.5 | 6.5 | 8.7 | 3.8 | 47000. |
| 6.8 | 19.3 | 6.1 | 8.5 | 4.1 | 47000. |
| 7.3 | 19.2 | 5.7 | 8.3 | 4.3 | 47000. |
| 7.8 | 19.0 | 5.4 | 8.1 | 4.7 | 47000. |
| 8.3 | 18.8 | 5.0 | 8.0 | 5.0 | 47000. |
| 8.8 | 18.6 | 4.7 | 7.8 | 5.3 | 47000. |
| 9.3 | 18.4 | 4.4 | 7.6 | 5.6 | 47000. |
| 9.8 | 18.2 | 4.1 | 7.4 | 5.8 | 47000. |
| 10.3 | 17.9 | 3.9 | 7.3 | 6.2 | 47000. |
| 11.0 | 17.6 | 3.5 | 7.0 | 6.6 | 68000. |
| 11.9 | 17.1 | 3.1 | 6.7 | 7.2 | 68000. |
| 12.9 | 16.6 | 2.7 | 6.4 | 7.7 | 68000. |
| 13.9 | 16.1 | 2.4 | 6.2 | 8.3 | 68000. |
| 14.8 | 15.7 | 2.1 | 5.9 | 8.9 | 68000. |
| 15.8 | 15.2 | 1.8 | 5.7 | 9.5 | 68000. |
| 16.7 | 14.7 | 1.6 | 5.4 | 10.0 | 68000. |
| 17.7 | 14.3 | 1.4 | 5.2 | 10.6 | 68000. |
| 18.6 | 13.8 | 1.3 | 5.0 | 11.2 | 68000. |
| 19.6 | 13.4 | 1.2 | 4.9 | 11.8 | 68000. |
| 20.6 | 13.0 | 1.0 | 4.7 | 12.3 | 68000. |

D S'z,x,y = incrementi di tensione indotti dai carichi
S'z = tensione verticale efficace litostatica



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| COMMESSA IF0J | LOTTO 00 | FASE E | CODIFICA 78 CL | DOCUMENTO GE0005001 | REV. A | FOGLIO 28 DI 41 |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|

pag./ 4

VIABILITA GAUDELLO
Rilevato illimitato - cedimento totale H2m

RISULTATI relativi alla direttrice 1

X = .00 m Y = .00 m

Cedimenti totali

Cedimenti parziali

| Prof. m | Cedimento mm | da m | a m | D cedim. mm |
|------------|-----------------|---------|--------|----------------|
| .0 | 8.0 | | | |
| .5 | 7.2 | .0 | .5 | .8 |
| 1.0 | 6.5 | .5 | 1.0 | .7 |
| 1.5 | 6.0 | 1.0 | 1.5 | .6 |
| 2.0 | 5.4 | 1.5 | 2.0 | .5 |
| 2.5 | 5.0 | 2.0 | 2.5 | .5 |
| 3.0 | 4.6 | 2.5 | 3.0 | .4 |
| 3.5 | 4.2 | 3.0 | 3.5 | .4 |
| 4.0 | 4.1 | 3.5 | 4.0 | .2 |
| 4.5 | 3.9 | 4.0 | 4.5 | .2 |
| 5.0 | 3.7 | 4.5 | 5.0 | .2 |
| 5.5 | 3.6 | 5.0 | 5.5 | .2 |
| 6.0 | 3.4 | 5.5 | 6.0 | .2 |
| 6.5 | 3.3 | 6.0 | 6.5 | .2 |
| 7.0 | 3.1 | 6.5 | 7.0 | .2 |
| 7.5 | 2.9 | 7.0 | 7.5 | .2 |
| 8.0 | 2.8 | 7.5 | 8.0 | .2 |
| 8.5 | 2.6 | 8.0 | 8.5 | .2 |
| 9.0 | 2.5 | 8.5 | 9.0 | .2 |
| 9.5 | 2.3 | 9.0 | 9.5 | .2 |
| 10.0 | 2.2 | 9.5 | 10.0 | .2 |
| 10.5 | 2.0 | 10.0 | 10.5 | .2 |
| 11.5 | 1.8 | 10.5 | 11.5 | .2 |
| 12.4 | 1.6 | 11.5 | 12.4 | .2 |
| 13.4 | 1.4 | 12.4 | 13.4 | .2 |
| 14.3 | 1.2 | 13.4 | 14.3 | .2 |
| 15.3 | 1.0 | 14.3 | 15.3 | .2 |
| 16.2 | .8 | 15.3 | 16.2 | .2 |
| 17.2 | .7 | 16.2 | 17.2 | .2 |
| 18.2 | .5 | 17.2 | 18.2 | .2 |
| 19.1 | .3 | 18.2 | 19.1 | .2 |
| 20.1 | .2 | 19.1 | 20.1 | .2 |
| 21.0 | .0 | 20.1 | 21.0 | .2 |

Cedimento totale = 8.0 mm



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLI
 PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|--------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 | CL GE0005001 | A | 29 DI 41 |

7 APPENDICE B: ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO PCSTABL5M

7.1 RILEVATO H=2M - ANALISI STATICA

** PCSTABL5M **

by
 Purdue University

1

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer's Method of Slices

Run Date: 09-21-15
 Time of Run: 10:33am
 Run By:
 Input Data Filename: C:H2.SI
 Output Filename: C:H2.OUT
 Unit: SI
 Plotted Output Filename: C:H2.PLT

PROBLEM DESCRIPTION Viabilita Gaudello
 Analisi stabilit... statica rilevato H2m

BOUNDARY COORDINATES

3 Top Boundaries
 4 Total Boundaries

| Boundary No. | X-Left (m) | Y-Left (m) | X-Right (m) | Y-Right (m) | Soil Type Below Bnd |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | .00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 2 |
| 2 | 10.00 | 10.00 | 13.00 | 12.00 | 1 |
| 3 | 13.00 | 12.00 | 23.00 | 12.00 | 1 |
| 4 | 10.00 | 10.00 | 23.00 | 10.00 | 2 |

1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

| Soil Type No. | Total Unit Wt. (KN/m3) | Saturated Unit Wt. (KN/m3) | Cohesion Intercept (KPa) | Friction Angle (deg) | Pore Pressure Param. | Pressure Constant (KPa) | Piez. Surface No. |
|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | 20.0 | 20.0 | .0 | 29.3 | .00 | .0 | 0 |
| 2 | 16.0 | 16.0 | 4.0 | 24.8 | .00 | .0 | 1 |

1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| COMMESSA IF0J | LOTTO 00 | FASE E | CODIFICA 78 CL | DOCUMENTO GE0005001 | REV. A | FOGLIO 30 DI 41 |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

| Point No. | X-Water (m) | Y-Water (m) |
|-----------|-------------|-------------|
| 1 | .00 | 10.00 |
| 2 | 23.00 | 10.00 |

1

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

| Load No. | X-Left (m) | X-Right (m) | Intensity (KPa) | Deflection (deg) |
|----------|------------|-------------|-----------------|------------------|
| 1 | 13.50 | 23.00 | 20.0 | .0 |

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

1

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

225 Trial Surfaces Have Been Generated.

15 Surfaces Initiate From Each Of 15 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 m and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 13.00 m and X = 23.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

1.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

1

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 8.49 | 10.00 |
| 2 | 9.42 | 9.65 |
| 3 | 10.42 | 9.53 |
| 4 | 11.41 | 9.63 |
| 5 | 12.36 | 9.95 |
| 6 | 13.21 | 10.48 |



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 31 DI 41 |

7 13.91 11.18
8 14.42 12.00

Circle Center At X = 10.5 ; Y = 13.9 and Radius, 4.4

*** 1.397 ***

Individual data on the 11 slices

| Slice No. | Width (m) | Weight (N) | Water Force | | Tie Force | | Earthquake Force | | Surcharge Load (N) |
|-----------|-----------|------------|-------------|---------|-----------|---------|------------------|---------|--------------------|
| | | | Top (N) | Bot (N) | Norm (N) | Tan (N) | Hor (N) | Ver (N) | |
| 1 | .9 | 793.3 | .0 | 528.7 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2 | .6 | 1077.9 | .0 | 679.1 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 3 | .4 | 1256.9 | .0 | 570.6 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 4 | 1.0 | 5743.0 | .0 | 1288.4 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 5 | .9 | 8218.8 | .0 | 642.7 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 6 | .1 | 784.0 | .0 | 7.1 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 7 | .6 | 5621.7 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 8 | .2 | 1993.3 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 9 | .3 | 2461.6 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 10 | .4 | 2580.2 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 2525.6 |
| 11 | .5 | 1266.9 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 3108.8 |

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.71 | 9.63 |
| 3 | 9.69 | 9.45 |
| 4 | 10.69 | 9.44 |
| 5 | 11.67 | 9.63 |
| 6 | 12.60 | 10.00 |
| 7 | 13.45 | 10.53 |
| 8 | 14.18 | 11.21 |
| 9 | 14.77 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 14.8 and Radius, 5.3

*** 1.425 ***

1

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 9.90 | 10.00 |
| 2 | 10.87 | 9.77 |
| 3 | 11.87 | 9.86 |
| 4 | 12.79 | 10.25 |
| 5 | 13.53 | 10.92 |
| 6 | 14.03 | 11.79 |
| 7 | 14.07 | 12.00 |

Circle Center At X = 11.1 ; Y = 12.9 and Radius, 3.1

*** 1.444 ***



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLA

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 32 DI 41 |

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.71 | 9.63 |
| 3 | 9.68 | 9.42 |
| 4 | 10.68 | 9.37 |
| 5 | 11.67 | 9.51 |
| 6 | 12.63 | 9.80 |
| 7 | 13.52 | 10.26 |
| 8 | 14.32 | 10.86 |
| 9 | 15.00 | 11.59 |
| 10 | 15.28 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.4 ; Y = 15.2 and Radius, 5.8

*** 1.454 ***

1

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.76 | 9.79 |
| 3 | 9.75 | 9.74 |
| 4 | 10.75 | 9.85 |
| 5 | 11.71 | 10.11 |
| 6 | 12.62 | 10.53 |
| 7 | 13.45 | 11.09 |
| 8 | 14.18 | 11.78 |
| 9 | 14.35 | 12.00 |

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 15.9 and Radius, 6.2

*** 1.460 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.07 | 10.00 |
| 2 | 7.91 | 9.46 |
| 3 | 8.84 | 9.08 |
| 4 | 9.82 | 8.87 |
| 5 | 10.82 | 8.84 |
| 6 | 11.81 | 8.99 |
| 7 | 12.75 | 9.31 |
| 8 | 13.63 | 9.80 |
| 9 | 14.40 | 10.43 |
| 10 | 15.05 | 11.19 |
| 11 | 15.51 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.5 ; Y = 14.4 and Radius, 5.6



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO
 PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 33 DI 41 |

*** 1.475 ***

1

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.59 | 9.42 |
| 3 | 9.52 | 9.04 |
| 4 | 10.50 | 8.89 |
| 5 | 11.50 | 8.97 |
| 6 | 12.45 | 9.29 |
| 7 | 13.30 | 9.81 |
| 8 | 14.00 | 10.53 |
| 9 | 14.51 | 11.38 |
| 10 | 14.71 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.6 ; Y = 13.1 and Radius, 4.2

*** 1.478 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 8.49 | 10.00 |
| 2 | 9.29 | 9.41 |
| 3 | 10.22 | 9.03 |
| 4 | 11.20 | 8.87 |
| 5 | 12.20 | 8.95 |
| 6 | 13.15 | 9.26 |
| 7 | 14.00 | 9.79 |
| 8 | 14.71 | 10.50 |
| 9 | 15.22 | 11.35 |
| 10 | 15.43 | 12.00 |

Circle Center At X = 11.4 ; Y = 13.1 and Radius, 4.2

*** 1.517 ***

1

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.07 | 10.00 |
| 2 | 8.03 | 9.71 |
| 3 | 9.02 | 9.57 |
| 4 | 10.02 | 9.59 |
| 5 | 11.00 | 9.77 |
| 6 | 11.95 | 10.09 |
| 7 | 12.83 | 10.56 |
| 8 | 13.63 | 11.16 |
| 9 | 14.33 | 11.88 |
| 10 | 14.41 | 12.00 |



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO
 PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|
| COMMESSA IF0J | LOTTO 00 | FASE E | CODIFICA 78 CL | DOCUMENTO GE0005001 | REV. A | FOGLIO 34 DI 41 |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|------------------------|-----------|--------------------|

Circle Center At X = 9.4 ; Y = 15.9 and Radius, 6.4

*** 1.527 ***

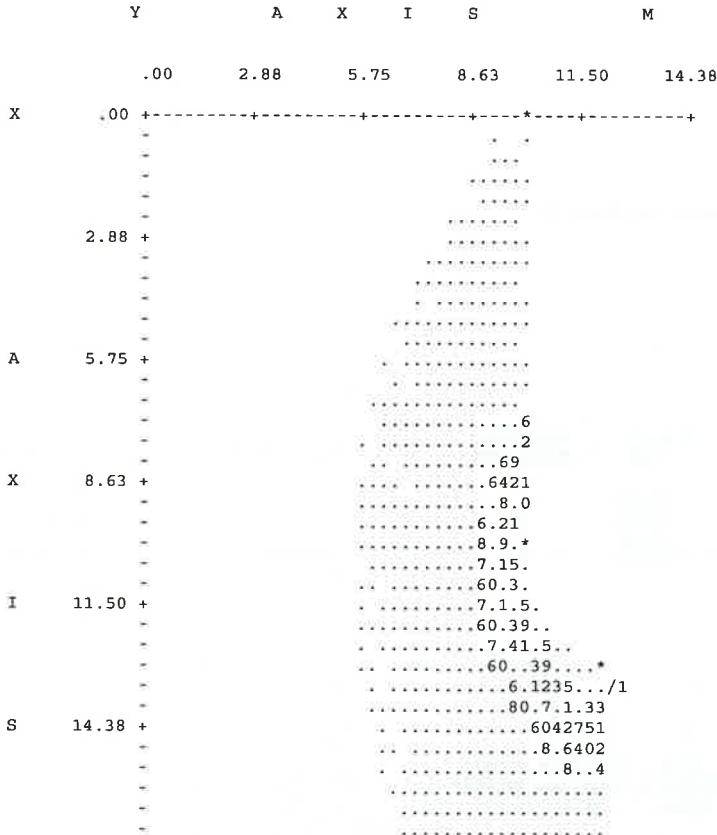
Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 9.19 | 10.00 |
| 2 | 10.02 | 9.43 |
| 3 | 10.97 | 9.13 |
| 4 | 11.97 | 9.12 |
| 5 | 12.93 | 9.41 |
| 6 | 13.76 | 9.96 |
| 7 | 14.40 | 10.73 |
| 8 | 14.78 | 11.66 |
| 9 | 14.81 | 12.00 |

Circle Center At X = 11.5 ; Y = 12.5 and Radius, 3.4

*** 1.557 ***

1





ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 35 DI 41 |



7.2 RILEVATO H=2M - ANALISI SISMICA

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 09-21-15
Time of Run: 10:32am
Run By:
Input Data Filename: C:H2E.SI
Output Filename: C:H2E.OUT
Unit: SI
Plotted Output Filename: C:H2E.PLT

PROBLEM DESCRIPTION Viabilita Gaudello
Analisi stabilit... sismica rilevato H2

BOUNDARY COORDINATES
3 Top Boundaries
4 Total Boundaries

| Boundary No. | X-Left (m) | Y-Left (m) | X-Right (m) | Y-Right (m) | Soil Type Below Bnd |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | .00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 2 |
| 2 | 10.00 | 10.00 | 13.00 | 12.00 | 1 |
| 3 | 13.00 | 12.00 | 23.00 | 12.00 | 1 |
| 4 | 10.00 | 10.00 | 23.00 | 10.00 | 2 |

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

| Soil Type No. | Total Unit Wt. (KN/m3) | Saturated Unit Wt. (KN/m3) | Cohesion Intercept (KPa) | Friction Angle (deg) | Pore Pressure Param. | Pressure Constant (KPa) | Piez. Surface No. |
|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO
 PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 36 DI 41 |

| | | | | | | | |
|---|------|------|-----|------|-----|----|---|
| 1 | 20.0 | 20.0 | .0 | 29.3 | .00 | .0 | 0 |
| 2 | 16.0 | 16.0 | 4.0 | 24.8 | .00 | .0 | 1 |

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 10.00

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

| Point No. | X-Water (m) | Y-Water (m) |
|-----------|-------------|-------------|
| 1 | .00 | 10.00 |
| 2 | 23.00 | 10.00 |

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

| Load No. | X-Left (m) | X-Right (m) | Intensity (KPa) | Deflection (deg) |
|----------|------------|-------------|-----------------|------------------|
| 1 | 13.50 | 23.00 | 4.0 | .0 |

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Horizontal Earthquake Loading Coefficient Of .072 Has Been Assigned

A Vertical Earthquake Loading Coefficient Of .036 Has Been Assigned

Cavitation Pressure = .0 (KPa)

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

225 Trial Surfaces Have Been Generated.

15 Surfaces Initiate From Each Of 15 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 m and X = 9.90 m

Each Surface Terminates Between X = 13.00 m and X = 23.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 m

1.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 37 DI 41 |

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 8.49 | 10.00 |
| 2 | 9.42 | 9.65 |
| 3 | 10.42 | 9.53 |
| 4 | 11.41 | 9.63 |
| 5 | 12.36 | 9.95 |
| 6 | 13.21 | 10.48 |
| 7 | 13.91 | 11.18 |
| 8 | 14.42 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.5 ; Y = 13.9 and Radius, 4.4

*** 1.385 ***

Individual data on the 11 slices

| Slice No. | Width (m) | Weight (N) | Water Force | | Tie Force | | Earthquake Force | | Surcharge Load (N) |
|-----------|-----------|------------|-------------|---------|-----------|---------|------------------|---------|--------------------|
| | | | Top (N) | Bot (N) | Norm (N) | Tan (N) | Hor (N) | Ver (N) | |
| 1 | .9 | 793.3 | .0 | 528.7 | .0 | .0 | 57.1 | 28.6 | .0 |
| 2 | .6 | 1077.9 | .0 | 679.1 | .0 | .0 | 77.6 | 38.8 | .0 |
| 3 | .4 | 1256.9 | .0 | 570.6 | .0 | .0 | 90.5 | 45.2 | .0 |
| 4 | 1.0 | 5743.0 | .0 | 1288.4 | .0 | .0 | 413.5 | 206.7 | .0 |
| 5 | .9 | 8218.8 | .0 | 642.7 | .0 | .0 | 591.8 | 295.9 | .0 |
| 6 | .1 | 784.0 | .0 | 7.1 | .0 | .0 | 56.4 | 28.2 | .0 |
| 7 | .6 | 5621.7 | .0 | .0 | .0 | .0 | 404.8 | 202.4 | .0 |
| 8 | .2 | 1993.3 | .0 | .0 | .0 | .0 | 143.5 | 71.8 | .0 |
| 9 | .3 | 2461.6 | .0 | .0 | .0 | .0 | 177.2 | 88.6 | .0 |
| 10 | .4 | 2580.2 | .0 | .0 | .0 | .0 | 185.8 | 92.9 | 505.1 |
| 11 | .5 | 1266.9 | .0 | .0 | .0 | .0 | 91.2 | 45.6 | 621.8 |

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.71 | 9.63 |
| 3 | 9.69 | 9.45 |
| 4 | 10.69 | 9.44 |
| 5 | 11.67 | 9.63 |
| 6 | 12.60 | 10.00 |
| 7 | 13.45 | 10.53 |
| 8 | 14.18 | 11.21 |
| 9 | 14.77 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 14.8 and Radius, 5.3

*** 1.417 ***



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 38 DI 41 |

1

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 9.90 | 10.00 |
| 2 | 10.87 | 9.77 |
| 3 | 11.87 | 9.86 |
| 4 | 12.79 | 10.25 |
| 5 | 13.53 | 10.92 |
| 6 | 14.03 | 11.79 |
| 7 | 14.07 | 12.00 |

Circle Center At X = 11.1 ; Y = 12.9 and Radius, 3.1

*** 1.425 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.59 | 9.42 |
| 3 | 9.52 | 9.04 |
| 4 | 10.50 | 8.89 |
| 5 | 11.50 | 8.97 |
| 6 | 12.45 | 9.29 |
| 7 | 13.30 | 9.81 |
| 8 | 14.00 | 10.53 |
| 9 | 14.51 | 11.38 |
| 10 | 14.71 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.6 ; Y = 13.1 and Radius, 4.2

*** 1.440 ***

1

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.71 | 9.63 |
| 3 | 9.68 | 9.42 |
| 4 | 10.68 | 9.37 |
| 5 | 11.67 | 9.51 |
| 6 | 12.63 | 9.80 |
| 7 | 13.52 | 10.26 |
| 8 | 14.32 | 10.86 |
| 9 | 15.00 | 11.59 |
| 10 | 15.28 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.4 ; Y = 15.2 and Radius, 5.8

*** 1.448 ***



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GADELLO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 39 DI 41 |

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.07 | 10.00 |
| 2 | 7.91 | 9.46 |
| 3 | 8.84 | 9.08 |
| 4 | 9.82 | 8.87 |
| 5 | 10.82 | 8.84 |
| 6 | 11.81 | 8.99 |
| 7 | 12.75 | 9.31 |
| 8 | 13.63 | 9.80 |
| 9 | 14.40 | 10.43 |
| 10 | 15.05 | 11.19 |
| 11 | 15.51 | 12.00 |

Circle Center At X = 10.5 ; Y = 14.4 and Radius, 5.6

*** 1.448 ***

1

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.78 | 10.00 |
| 2 | 8.76 | 9.79 |
| 3 | 9.75 | 9.74 |
| 4 | 10.75 | 9.85 |
| 5 | 11.71 | 10.11 |
| 6 | 12.62 | 10.53 |
| 7 | 13.45 | 11.09 |
| 8 | 14.18 | 11.78 |
| 9 | 14.35 | 12.00 |

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 15.9 and Radius, 6.2

*** 1.452 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 5.66 | 10.00 |
| 2 | 6.53 | 9.51 |
| 3 | 7.46 | 9.15 |
| 4 | 8.43 | 8.92 |
| 5 | 9.43 | 8.82 |
| 6 | 10.43 | 8.87 |
| 7 | 11.41 | 9.06 |
| 8 | 12.36 | 9.38 |
| 9 | 13.25 | 9.83 |
| 10 | 14.07 | 10.40 |
| 11 | 14.81 | 11.08 |
| 12 | 15.44 | 11.85 |
| 13 | 15.53 | 12.00 |

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 16.0 and Radius, 7.2



ITINERARIO NAPOLI - BARI

VARIANTE LINEA CANCELLO NAPOLI

VIABILITA' GAUDELLI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SUL RILEVATO STRADALE

| | | | | | | |
|----------|-------|------|----------|-----------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
| IF0J | 00 | E | 78 CL | GE0005001 | A | 40 DI 41 |

*** 1.492 ***

1

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 7.07 | 10.00 |
| 2 | 8.03 | 9.71 |
| 3 | 9.02 | 9.57 |
| 4 | 10.02 | 9.59 |
| 5 | 11.00 | 9.77 |
| 6 | 11.95 | 10.09 |
| 7 | 12.83 | 10.56 |
| 8 | 13.63 | 11.16 |
| 9 | 14.33 | 11.88 |
| 10 | 14.41 | 12.00 |

Circle Center At X = 9.4 ; Y = 15.9 and Radius, 6.4

*** 1.500 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 6.36 | 10.00 |
| 2 | 7.27 | 9.59 |
| 3 | 8.24 | 9.33 |
| 4 | 9.24 | 9.24 |
| 5 | 10.23 | 9.32 |
| 6 | 11.20 | 9.57 |
| 7 | 12.12 | 9.98 |
| 8 | 12.95 | 10.53 |
| 9 | 13.67 | 11.22 |
| 10 | 14.26 | 12.00 |

Circle Center At X = 9.3 ; Y = 15.1 and Radius, 5.9

*** 1.517 ***

1

