

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA PM PALOMBA - CATENANUOVA

GEOTECNICA

RILEVATI STRADALI VIABILITA' DA NV09 A NV24

RELAZIONE DI STABILITA' E CALCOLO DEI CEDIMENTI

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 RH GE0006 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	12/2019	C.M. Danisi <i>CMD</i>	12/2019	F.Spaccino <i>[Signature]</i>	12/2019	<i>[Signature]</i> ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Direzione Generale UO Infrastruttura Sud P.le Ing. Piero Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10178

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO.....	5
3	CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA.....	6
3.1	DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE.....	6
3.2	SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	8
3.3	FALDA	10
4	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI.....	12
4.1	PREMESSA	12
4.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	12
4.2.1	<i>Determinazione della zona compressibile Hc</i>	<i>13</i>
4.2.2	<i>Terreni sabbiosi.....</i>	<i>13</i>
4.2.3	<i>Terreni argillosi e/o stratificati</i>	<i>14</i>
4.2.4	<i>Tipi di cedimento</i>	<i>14</i>
4.3	DETERMINAZIONE TEORICA DELL'ANDAMENTO NEL TEMPO DEI CEDIMENTI.....	17
4.3.1	<i>Cedimenti di consolidazione primaria</i>	<i>17</i>
4.3.2	<i>Cedimento secondario.....</i>	<i>19</i>
4.4	VALUTAZIONE CEDIMENTI RILEVATI	20
4.4.1	<i>Risultati</i>	<i>23</i>
5	ANALISI DI STABILITA'	25

5.1	METODOLOGIE DI CALCOLO	25
5.1.1	<i>Carichi stradali</i>	26
5.1.2	<i>Azioni sismiche per analisi di stabilità scarpate</i>	26
5.2	SEZIONI DI CALCOLO	27
5.3	RISULTATI.....	28
6	PIANI DI POSA	30
7	APPENDICE A. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED.....	31
7.1	SEZIONE DI CALCOLO NV12-B – H=5 M – CEDIMENTI TOTALI	31
7.2	SEZIONE DI CALCOLO NV12-B – H=5 M – CEDIMENTI IMMEDIATI	34
7.3	SEZIONE DI CALCOLO NV12-B – H=5 M – ANALISI DECORSO CEDIMENTI NEL TEMPO NEL TEMPO	38
7.4	SEZIONE DI CALCOLO NV13 – H=5 M – CEDIMENTI TOTALI	39
7.5	SEZIONE DI CALCOLO NV13 – H=5 M – CEDIMENTI IMMEDIATI	42
7.6	SEZIONE DI CALCOLO NV13 – H=5 M – – ANALISI DECORSO CEDIMENTI NEL TEMPO NEL TEMPO	45
8	APPENDICE B. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE	46
8.1	RILEVATO H=5M – NV12-B - ANALISI STABILITÀ STATICA SLU	46
8.2	RILEVATO H=5M – NV12-B - ANALISI STABILITÀ SISMICA SLU.....	51
8.3	RILEVATO H=5 M – NV13 - ANALISI STABILITÀ STATICA SLU	56
8.4	RILEVATO H=5 M – NV13 - ANALISI STABILITÀ SISMICA SLU.....	62



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	4 di 67

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati stradali nell'ambito del progetto definitivo relativo alla tratta a semplice binario Dittaino – Catenanuova del Nuovo Collegamento Palermo – Catania. L'intera tratta Dittaino – Catenanuova ha uno sviluppo complessivo di circa 22,8 km, le viabilità esaminate sono quelle ricadenti nella tratta compresa tra il km 8+920 e il km 22+800, ovvero da NV09 ad NV24.

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;
- Piani di posa

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

- N.1. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008).
- N.2. 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.
- N.3. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- N.4. RFI DTC SICS MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili- sezione 3.
- N.5. RFI DTC SICS SP IFS 004 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

2.2 Documenti di riferimento

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti.

- D.1. RS3E50D78RHGE0006001A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica generale tratta da km 8+920 a km 22+800.
- D.2. RS3E50D78F6GE0006007A ÷ RS3E50D78F6GE0005015A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale geotecnico da tav.7 a tav.15.

2.3 Programmi di calcolo

Nella redazione del presente documento sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- “CED” - Il programma di calcolo è stato adottato per la valutazione dei cedimenti. E’ stato prodotto dall’ing. G. Guiducci versione di Aprile 1999 (Studio Tecnico Associato Sintesi). Il programma di calcolo è in uso gratuito. E’ validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.).
- “Slide 7” - Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience. E’ validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l’idoneità di utilizzo nel caso specifico.

3 CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA

La successione stratigrafica è stata desunta sulla base delle indagini eseguite e dai rilievi e studi geologico-geomorfologici. Per la scelta dei parametri geotecnici di progetto delle unità intercettate ci si è basati sui risultati delle indagini eseguite per l'intero tracciato in progetto.

Nel seguito vengono definite le unità geotecniche intercettate. Nel profilo stratigrafico longitudinale sono mostrati i risultati di tutte le indagini eseguite e sarà utilizzato per la definizione della successione stratigrafica in corrispondenza delle singole opere in progetto e della linea in generale.

3.1 Definizione delle unità geotecniche intercettate

Sulla base dei risultati delle indagini (in sito ed in laboratorio) delle campagne geognostiche, si perviene ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni e quindi alla definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di progetto.

- **Unità R – Ripporto antropico e coltre vegetale:** si tratta del terreno intercettato a partire da p.c.; si distinguono la coltre vegetale (unità Rv) costituita prevalentemente da limo sabbioso argilloso con resti vegetali ed il terreno di riporto antropico (unità Ra) costituito da sabbia con ghiaia, laterizi, cls.
- **Unità b2 – Depositi eluvio-colluviali:** si tratta di limo argilloso sabbioso a struttura caotica o indistinta con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli.
- **Unità ba – Depositi alluvionali attuali:** si tratta di terreni rinvenibili in corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua (fiumi e valloni) e sono prevalentemente costituiti da limi, limi sabbiosi e ghiaie.
- **Unità bb – Depositi alluvionali recenti:** questi depositi affiorano lungo quasi tutto il tracciato sotto il riporto; si distinguono terreni prettamente coesivi limoso argillosi, talvolta debolmente sabbiosi (**unità bbc**) e terreni incoerenti sabbioso ghiaiosi con locali trovanti (**unità bbi**).
- **Unità bn – Depositi alluvionali terrazzati:** si rinvengono sia la facies più coesiva dei depositi alluvionali terrazzati che quella più incoerente. La frazione coesiva (**unità bnc**) è costituita da argille limose e limi argillosi di colore bruno e nocciola, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastri. La porzioni più incoerenti di tale unità (**unità bni**), a comportamento essenzialmente granulare, è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvengono inoltre sabbie, sabbie

limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi.

- **Unità FYN – Argilla limosa, marnosa grigia (Flysch Numidico):** è costituita da argille marnose e argille limose a struttura scagliosa di colore grigio generalmente molto consistenti con frequenti livelli di sabbie limose e intercalazioni di quarzoareniti.
- **Unità AAC – Argilla limosa marnosa grigia (Argille e Arenarie Glauconitiche di Catenanuova):** è rappresentata da argille limose e argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro a struttura scagliosa, con talvolta livelli di sabbie limose grigie, livelli argillitici duri e locali intercalazioni di arenarie medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi.
- **Unità TRV/TRVa – Formazione di Terravecchia:** la litofacies argilloso marnosa (**unità TRV**) è costituita da argille marnose e marne argillose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o sottilmente stratificata, con frequenti livelli di sabbie limose, con livelli argillitici e argillitico marnosi e locali lenti di conglomerati poligenici. La litofacies argilloso-brecciata (**unità TRVa**), è costituita da argille, argille limose e limi argillosi a struttura o a blocchetti poliedrici, talora scagliosa o indistinta, con locali livelli di sabbie limose grigie e frequenti ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose; a luoghi si rinvengono passaggi di argille marnose e argilliti di colore grigio-verdastro e livelli litoidi arenacei.
- **Unità GTL - Formazione di Cattolica:** si tratta prevalentemente di depositi lagunari e di bacino evaporitico, costituiti da tre differenti litofacies a composizione gessoso-argillosa (**GTL1**), calcareo-gessosa (**GTL2**) e argilloso-brecciata (**GTLa**).

3.2 Sintesi parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche, in accordo a quanto definito nella relazione geotecnica generale, a cui si rimanda per i dettagli.

Unità b2 – Depositi eluvio-colluviali

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 150 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-7} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$E_o = 250 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità ba – Depositi alluvionali attuali

$\gamma = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 24 \div 32^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$k = 10^{-6} \div 10^{-4} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$E_o = 100 \div 340 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argillosi)

$\gamma = 19.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 19 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \div 250 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-8} \div 4 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$G_o = 25 \div 150 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 70 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità bbi – Depositi alluvionali recenti incoerenti (sabbia, sabbia con ghiaia, sabbia ghiaiosa)

$\gamma = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 34 \div 39^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$V_s = 200 \div 400 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 80 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 200 \div 800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità

Unità bnc – Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 12 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 23 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 400 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 6.5 \cdot 10^{-8} \div 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$V_s = 160 \div 190 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 50 \div 70 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 130 \div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità bni – Depositi terrazzati ghiaioso sabbiosi

$\gamma = 19.0 \div 20.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 38^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$k = 1.5 \cdot 10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$V_s = 200 \div 450 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 80 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 200 \div 800 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità TRV/TRVa – Formazione di Terravecchia / Unità GTLa – Formazione di Cattolica

$\gamma = 19.5 \div 21.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 25 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 19 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 74 \div 350 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 7 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$E_o = 200 \div 900 \text{ MPa}$	Modulo di deformazione elastico iniziale

Unità AAC – Argille marnose grigie di Catenanuova

$\gamma = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 25 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 19 \div 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \div 350 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$E_o = 200 \div 900 \text{ MPa}$	Modulo di deformazione elastico iniziale

Unità FYN – Argille limosa, marnosa (Flysch Numidico)

$\gamma = 20.0 \div 21.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 20 \div 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 350 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$	coefficiente di permeabilità
$E_o = 300 \div 900 \text{ MPa}$	Modulo di deformazione elastico iniziale

3.3 Falda

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati i livelli di falda massimi registrati dai piezometri. Questo livello di falda viene utilizzato per il dimensionamento delle opere.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	11 di 67


Il periodo di monitoraggio dei piezometri relativi alle prime due campagne di indagine (2013 e 2015) è iniziato da novembre 2014 e terminato a dicembre 2015. Alcuni di questi strumenti sono stati monitorati anche a novembre 2018.

Gli strumenti installati nella campagna di indagine del 2018 sono stati monitorati da luglio a novembre 2018.

Lungo il tracciato il livello di falda è piuttosto variabile da 1 e 10 m di profondità dal p.c. in relazione all'andamento della morfologia locale, della presenza di fiumi, fossi, ecc.. La falda generalmente si colloca entro le alluvioni o comunque al passaggio di strato tra le alluvioni ed il substrato argilloso di base.

Le oscillazioni di falda dei singoli piezometri sono molto basse, generalmente contenute entro 1-2 m, ad eccezione dei piezometri D14, D34 e 5_S14vi, in cui si ha una oscillazione di 4-5 m nell'intervallo temporale monitorato.

Nella relazione geotecnica generale sono riportate tutte le letture piezometriche nel dettaglio.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

4.1 Premessa

Di seguito si riporta la valutazione dei cedimenti dei rilevati stradali per la tratta in esame. In generale per tutte le viabilità, i rilevati hanno altezza variabile fino ad un massimo di circa 5 m, con pendenza delle scarpate di 2 (verticale) / 3 (orizzontale).

4.2 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).

Nel caso di rilevati semi-illimitati il cedimento viene valutato in condizione di area di carico semi – infinita; quindi si può individuare l'andamento del cedimento in asse rilevato in direzione longitudinale (tenendo eventualmente anche conto della pendenza longitudinale del rilevato), al fine di determinare la posizione (rispetto alla spalla) della sezione con cedimento massimo.

Nel seguito sono stati valutati i cedimenti di rilevati di linea e quindi illimitati ed il calcolo è stato effettuato in corrispondenza dell'asse del rilevato (cedimento massimo).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4.2.1 Determinazione della zona compressibile H_c

Viene definita convenzionalmente zona compressibile (H_c) 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.

4.2.2 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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4.2.3 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.

4.2.4 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.

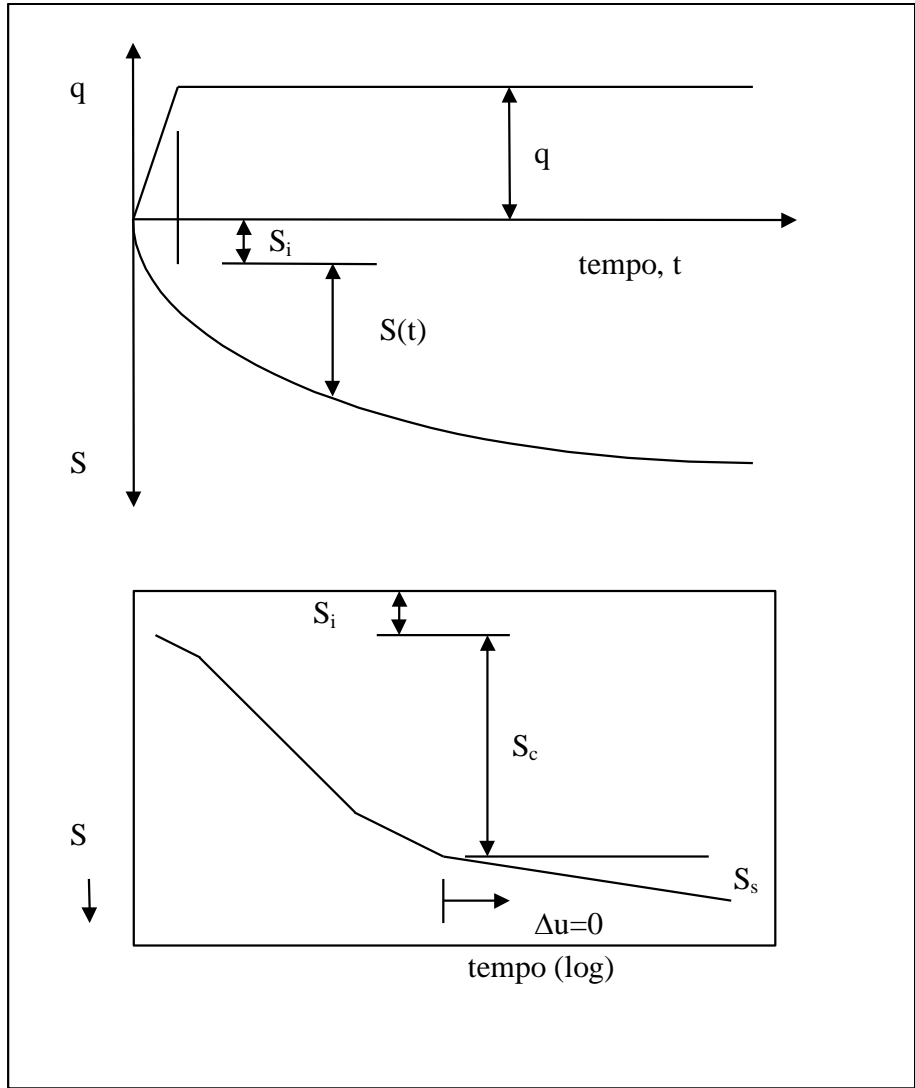



Figura 1 – Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

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):

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

essendo:

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 .

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4.3 Determinazione teorica dell'andamento nel tempo dei cedimenti

4.3.1 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;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

- 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:

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

dove:

u_o = 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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4.3.2 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.

4.4 Valutazione cedimenti rilevati

La valutazione dei cedimenti è stata eseguita considerando due sezioni rappresentative per altezza massima, larghezza sommitale massima e situazione stratigrafica peggiore (maggiore spessore di terreno alluvionale coesivo). Le sezioni analizzate sono:

- sezione di altezza massima pari a 5 m, larghezza sommitale 7.5 m, in corrispondenza della viabilità NV12-B con terreno alluvionale coesivo recente di spessore 11 m che sovrasta la formazione di Terravecchia;
- sezione di altezza massima 5 m, larghezza sommitale di 6.9 m, in corrispondenza della viabilità NV13 con terreno alluvionale terrazzato che sovrasta le argille limose, marnose del Flysch Numidico.

Nella seguente tabella si riassume la stratigrafia, i parametri geotecnici utilizzati per le unità geotecniche, ed il livello di falda per ciascuna sezione analizzata.

Tabella 1 – stratigrafia e parametri geotecnici – sezioni di calcolo

Sezione di calcolo NI05-B					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷11.0	bbc	19.5	15÷20	100	40
11.0÷25.0	TRV	20.5	50÷80	100÷150	45÷67.5
25.0÷40.0	TRV	20.5	80	250÷350	112.5÷157.5
Falda: a 5.0 m da p.c.					

Sezione di calcolo NI06					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷9.0	bnc	19.5	20	75	30
9.0÷12.5	bni	20.5	50	-	-
12.5÷20.0	FYN	20.0	30÷80	200	90
20.0÷40.0	FYN	20.0	80	250	112.5
Falda: a 5.0 m da p.c.					

L'analisi dei cedimenti dei rilevati è stata svolta in accordo alle metodologie di calcolo precedentemente espone, con il programma di calcolo CED (G. Guiducci); nello specifico sono state eseguite le seguenti analisi per il calcolo dei cedimenti indotti dai rilevati nell'ipotesi di rilevato illimitato per tutte le sezioni indicate sopra, al fine di valutare i cedimenti massimi dei rilevati ed il loro decorso nel tempo.

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.

Il calcolo dei cedimenti dei rilevati è stato eseguito considerando ciascuna sezione di rilevato come da figura seguente con pendenza scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con l'altezza massima, valutata come distanza tra quota di progetto del rilevato ed il piano campagna (vedasi H_{ril}, calcolo nella figura seguente) e la larghezza sommitale del rilevato (larghezza massima, dimensione B indicata in figura seguente).

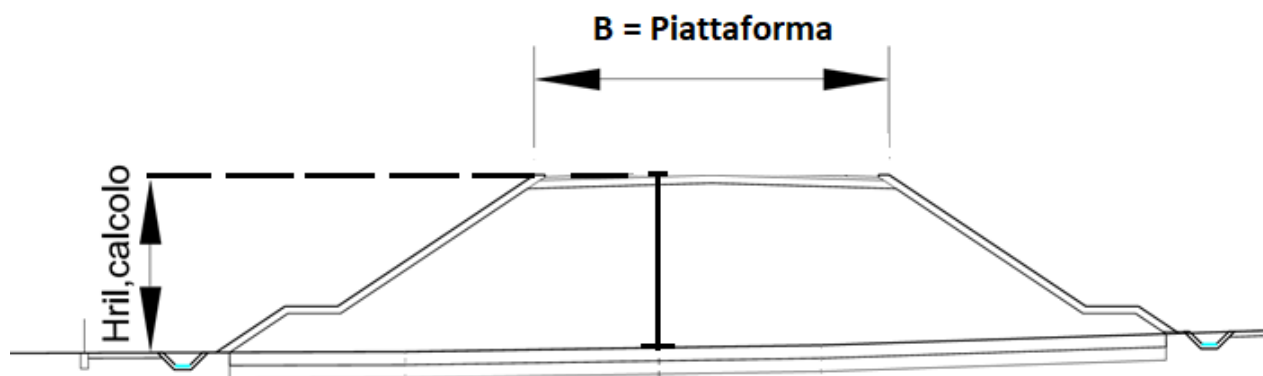


Figura 2 – Schema di calcolo

Il modulo di deformazione elastico operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati (E') è stato valutato dal modulo di deformazione elastico iniziale (E_0), in particolare si è assunto $E' = E_0/10$. Per il valore del modulo di deformazione elastico iniziale (E_0) è stato considerato l'andamento con la profondità definito nella relazione geotecnica generale, sulla base di tutte le indagini disponibili.

Il valore del modulo di deformazione in condizioni non drenate (E_u), in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica generale, è stato stimato con la correlazione di Duncan & Buchigani (1976): $E_u = k \cdot c_u$, dove c_u è la resistenza al taglio non drenata e k è stato assunto pari a 400 per i depositi alluvionali coesivi (unità bbc, bnc) e pari a $k = 450$ per le formazioni argilloso limoso marnose di base.

Il valore del coefficiente di consolidazione primaria verticale (c_v) è stimato con la seguente correlazione nel manuale NAVFAC-DM 7.1. (1971), in funzione del limite liquido (LL), da cui si ha $c_v = 0.009 (LL - 0.1)$ in cm^2/s e poi confrontato con i valori derivanti dalle prove di laboratorio eseguite. Con tale correlazione, considerando un intervallo di valori del limite liquido fra 20 e 40%, si ottiene un intervallo di valori di $c_v = 3 \cdot 10^{-7} \div 9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ (vedasi figura seguente). In figura si osserva che dalle prove edometriche di laboratorio si hanno valori di c_v che

variano da $1 \cdot E^{-09} \text{ m}^2/\text{s}$ a $2 \cdot E^{-07} \text{ m}^2/\text{s}$. In considerazione del fatto che (come dettagliatamente discusso nella relazione geotecnica generale) le prove di laboratorio sono poco rappresentative delle reali condizioni di variabilità litologica e di permeabilità dell'ammasso, essendo valutate su un piccolo campione, come consigliato dai riferimenti bibliografici, si è assunto un valore di c_v appartenente al limite superiore delle prove di laboratorio (che rappresenta comunque un valore medio tra il laboratorio e il valore da correlazione Navfac); quindi in progetto si assume: $c_v = 1E^{-07} \text{ m}^2/\text{s}$.

Per quanto riguarda il coefficiente di consolidazione secondaria (c_{α}), con la correlazione proposta nel manuale NAVFAC-DM 7.1. (1971), che correla il coefficiente di consolidazione secondaria al contenuto naturale di acqua (W_n), si stima un valore di $c_{\alpha} = 0.002$ ($W_n = 20\text{-}25\%$).

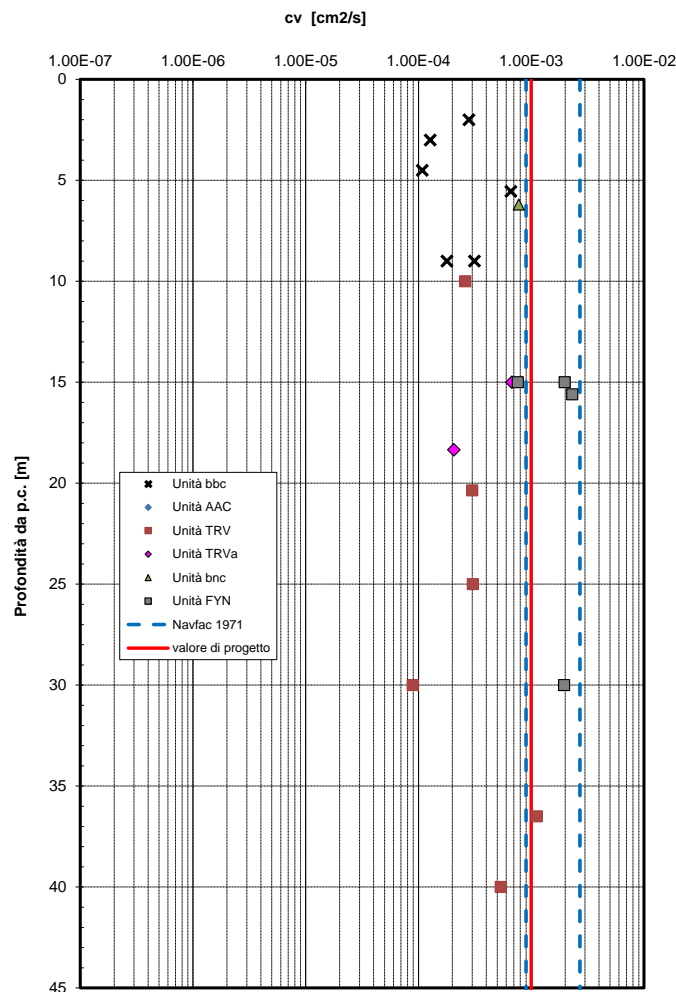



Figura 3 – Coefficiente di consolidazione verticale

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

4.4.1 Risultati

Nella seguente tabella sono sintetizzati i risultati ottenuti: cedimento totale, immediato e di consolidazione primaria in asse al rilevato. I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice A.

Tabella 2 – Risultati cedimenti

SEZIONE	H _{ril} [m]	Cedimento totale in asse [mm]	Cedimento immediato in asse [mm]	Cedimento di consolidazione in asse [mm]
NV12-B	5.0	57.6	19.3	38.3
NV13	5.0	48.4	18.1	30.3

Il cedimento massimo totale è di circa 6 cm, di cui 2 immediati e 4 cm di consolidazione. Si tratta di valori di cedimento modesti e certamente compatibili con la funzionalità della struttura stradale.

In Figura 4 è mostrato il decorso dei cedimenti nel tempo per la sez. NV12-B, da cui si evince che:

- a t = 3 mesi (tempo minimo di costruzione rilevato) il cedimento complessivo (immediato+consolidazione primaria) scontato è di 21 mm;
- a t = 1 anno il cedimento complessivo scontato è di 22 mm;
- a t =75 anni (vita nominale opera) il cedimento complessivo scontato è di 41 mm.

La valutazione del decorso del cedimento nel tempo è stata eseguita considerando il periodo compreso tra la fine della realizzazione del rilevato (stimato in circa 1 anno) e la vita nominale dell'opera ($V_N=75$ anni). Il cedimento residuo (consolidazione primaria e secondaria) calcolato in tale range temporale è inferiore a 5 cm, come prescritto da Capitolato, compatibile con la funzionalità dell'opera (vedasi Figura 4).



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	24 di 67

Linea Ferroviaria Palomba - Catenanuova - Rilevato H=5 m - NI05-B
Decorso del cedimento nel tempo

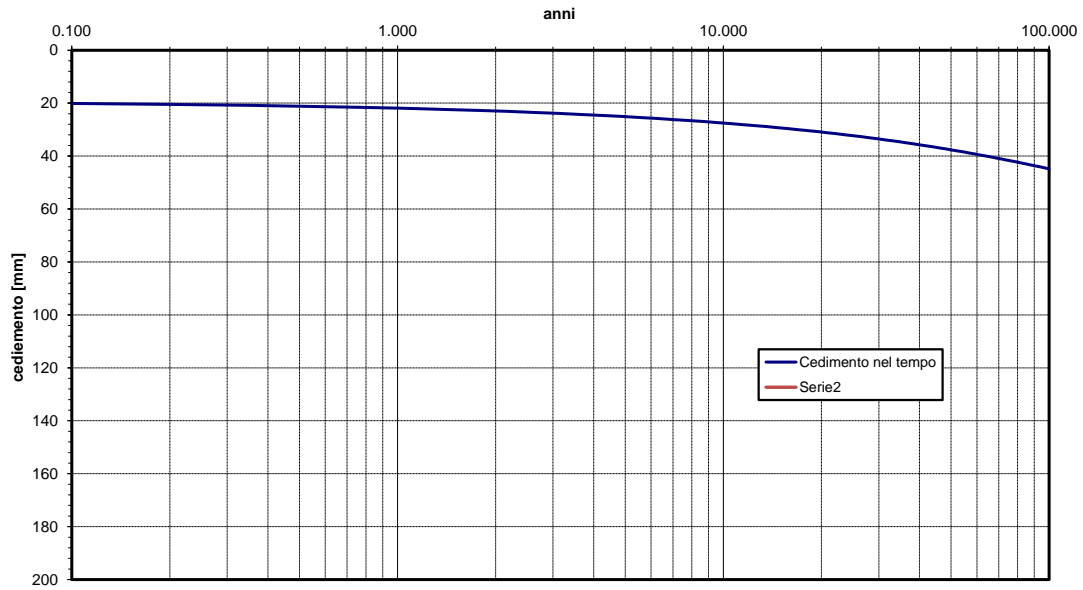



Figura 4 – Decorso dei cedimenti nel tempo – rilevato H=5m – Sez. NV12-B

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

5 ANALISI DI STABILITA'

5.1 Metodologie di calcolo

L'analisi di stabilità è stata svolta 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 il codice di calcolo denominato Slide 7.0, 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 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 quanto previsto da normativa, per le analisi di stabilità in condizioni statiche SLU, i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.


$\gamma_{\varphi} = 1.25$ 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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

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 scarpate

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:

$$f_h = \gamma \cdot k_h \quad \text{forza orizzontale per unità di volume}$$

$$f_v = \gamma \cdot k_v \quad \text{forza verticale per unità di volume}$$

dove:

$$\gamma = \text{peso specifico del volume considerato.}$$

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:

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


$$k_v = \pm k_h / 2$$

dove:

k_h = coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k_v = coefficiente sismico in direzione verticale;

a_{\max} = accelerazione massima attesa al sito; g = accelerazione di gravità;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 003	REV. A

β_s = coefficiente di riduzione dall'accelerazione massima attesa al sito.

Considerando un'accelerazione $a_{max} = 0.285g$ (si faccia riferimento alla relazione geotecnica generale per le azioni sismiche) ed una categoria di sottosuolo C, si ha:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.28 \cdot 0.285 = 0.08$$

$$k_v = \pm k_h/2 = \pm 0.04$$

5.2 Sezioni di calcolo

L'analisi di stabilità per i rilevati è stata condotta cautelativamente per le seguenti sezioni, con pendenza delle scarpate di 2 (verticale) / 3 (orizzontale):

- NV12-B – km 0+580.00: sezione di rilevato di altezza $H=5$ m con alluvioni recenti coesive (unità bbc);
- NV13 – km 0+140.00: sezione di rilevato di altezza $H=5$ m con alluvioni terrazzate coesive (unità bnc).

Per la valutazioni di stabilità dei rilevati sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici, su cui si sottolinea due aspetti:

- cautelativamente si è assunto come terreno di fondazione l'unità coesiva alluvionale per tutto lo spessore coinvolto dalle superfici di scorrimento. Tale ipotesi è sicuramente cautelativa in quanto generalmente le alluvioni coesive sono intercalate da alluvioni incoerenti con estensione e spessore variabile lungo il tracciato e sono seguite da formazioni di base coesive, di ottime caratteristiche meccaniche e bassa deformabilità.
- I parametri di resistenza adottati sono quelli che mediamente si individuano dall'involuppo di tutti i risultati delle prove di laboratorio nell'ambito delle tensioni che interessano le superfici di scorrimento (vedasi figure 61 e 63 della relazione geotecnica generale D.1).

Unità R – Rilevato stradale

$$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{peso di volume naturale}$$

$$c' = 0 \text{ kPa} \quad \text{coesione drenata}$$

$$\varphi' = 35^\circ \quad \text{angolo di resistenza al taglio}$$

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argillosi)

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{peso di volume naturale}$$

$$c' = 5 \text{ kPa} \quad \text{coesione drenata}$$

$\varphi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Unità bnc – Depositi terrazzati coesivi limoso argillosi

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\varphi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio

5.3 Risultati

Nelle seguenti figure sono mostrati i risultati delle verifiche di stabilità delle scarpate sia in condizioni statiche che sismiche SLU (viene riportata la verifica più gravosa valutata con $\pm K_v$). I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice B.

In generale, i fattori di sicurezza minimi ottenuti dalle verifiche sono sempre maggiori di quanto previsto da normativa ($FS > 1.10$); quindi le verifiche di stabilità sono sempre soddisfatte.

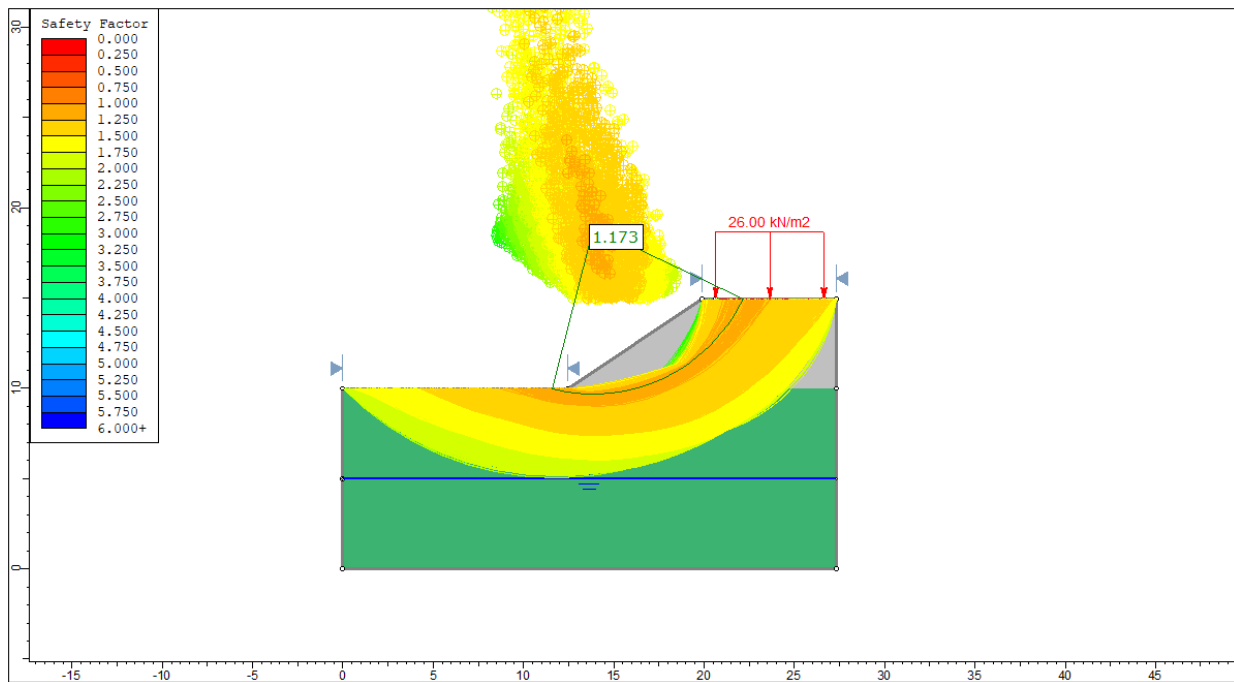


Figura 5. Analisi statica – rilevato H=5m – NV12-B

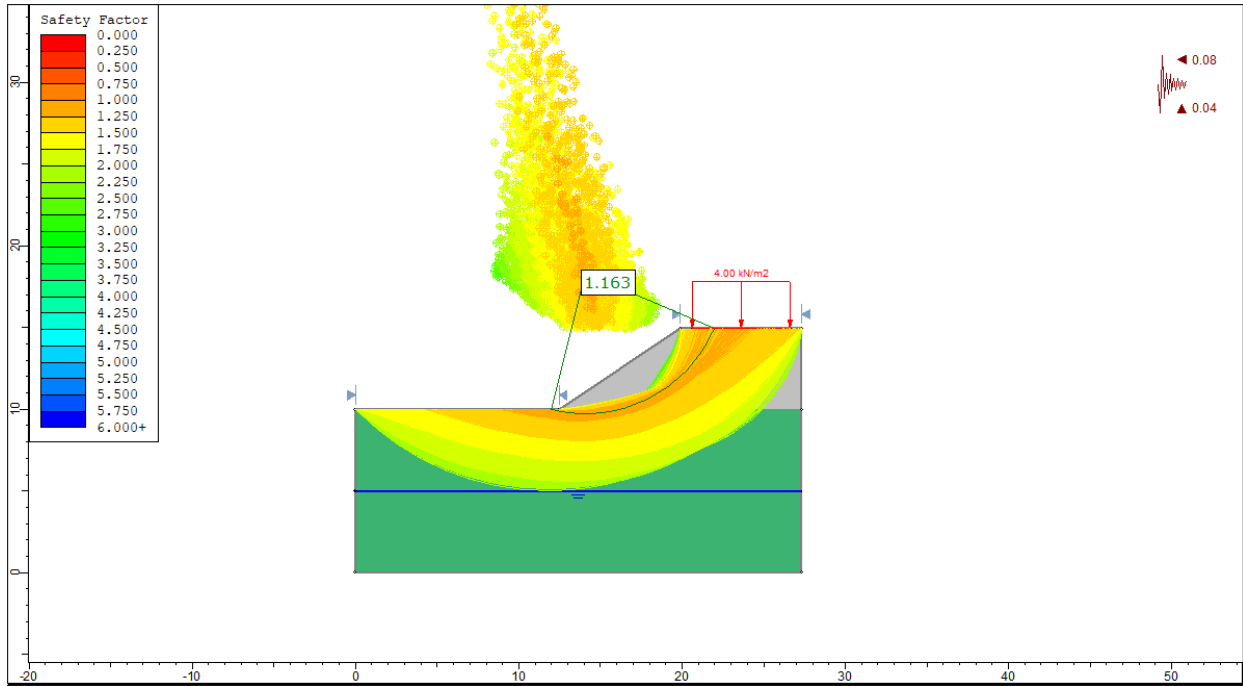


Figura 6. Analisi sismica – rilevato H=5m – NV12-B

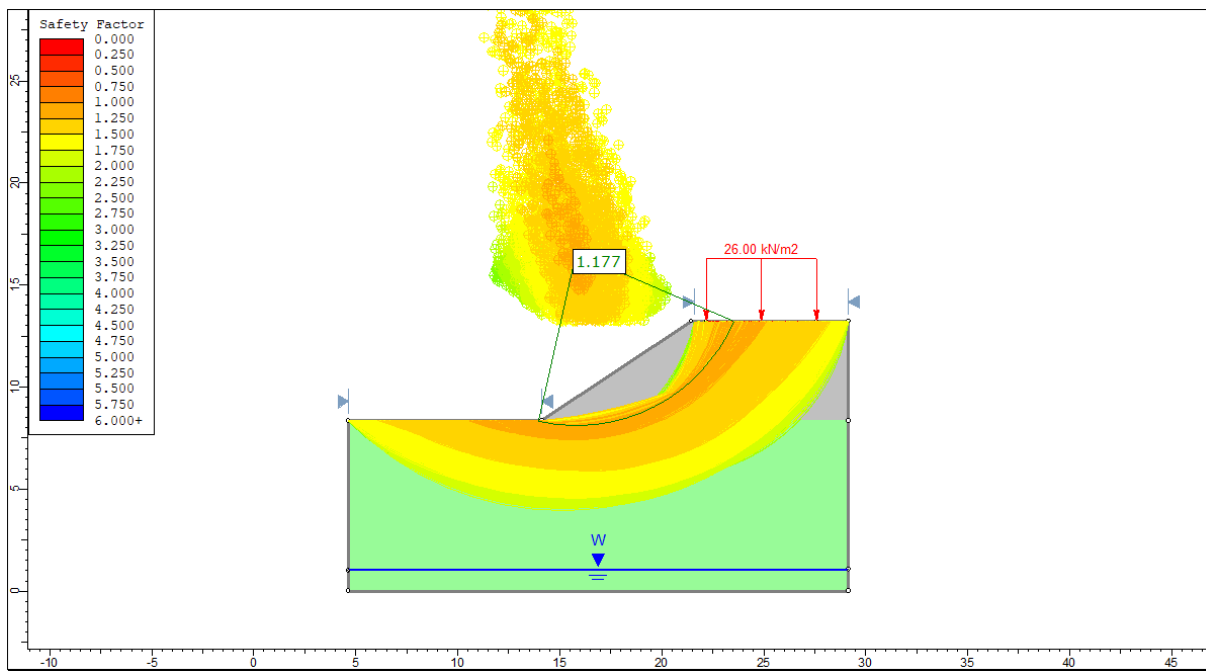


Figura 7. Analisi statica – rilevato H=5 m – NV13

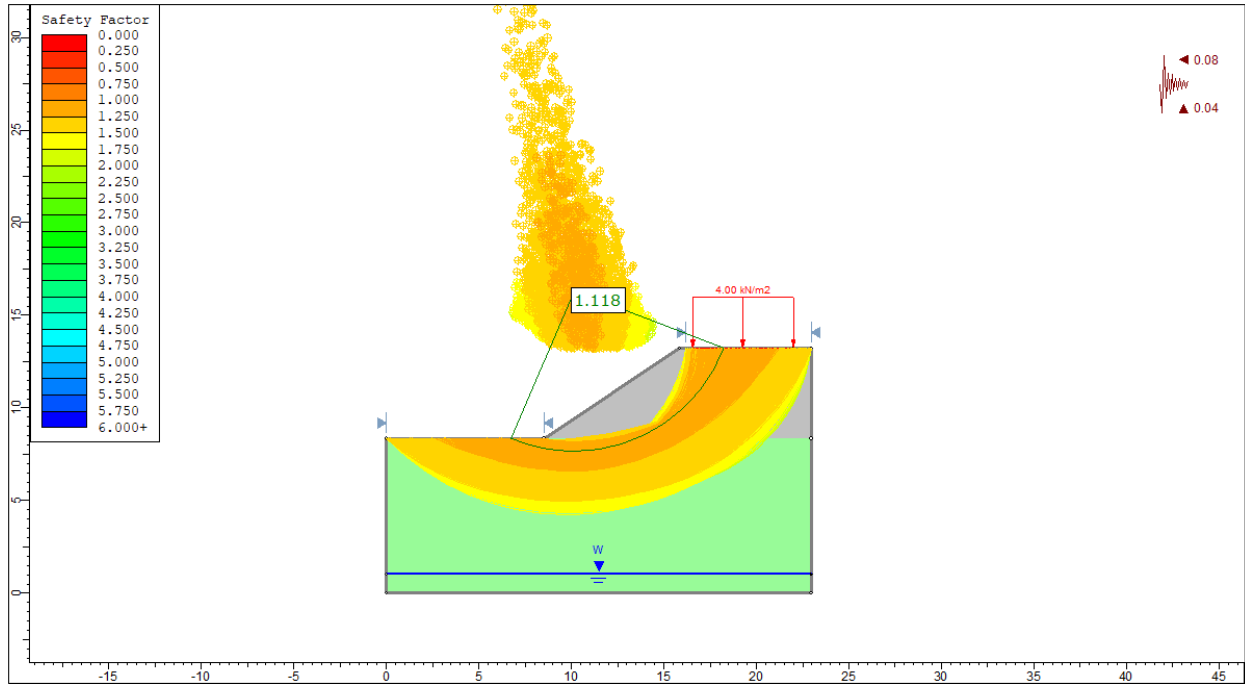


Figura 8. Analisi sismica – rilevato H=5 m – NV13

6 PIANI DI POSA

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, sono stati definiti gli spessori di bonifica per il piano di posa dei rilevati. In particolare lo spessore di bonifica è stato definito tenendo conto dei seguenti aspetti, come previsto dal Capitolato Italferr:

- Per i rilevati stradali uno scotico di spessore 50 cm ed eventuale bonifica nel caso in cui raggiunto il piano di base si rinvenisse coltre vegetale o terreno rammollito o comunque terreno non soddisfacente i requisiti indicati negli elaborati progettuali (vedasi elaborati grafici delle sezioni tipo).



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	31 di 67

7 APPENDICE A. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED

7.1 Sezione di calcolo NV12-B – H=5 m – cedimenti totali

*** CED ***
Programma per l'analisi dei cedimenti
per aree di carico di rigidità nulla
(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

Coefficiente di Frolich = 4
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondità falda = 5.0 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/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	11.0	15000.	20000.	19.5	9.5	22
2	11.0	25.0	50000.	80000.	20.5	10.5	28
3	25.0	40.0	80000.	80000.	20.5	10.5	15
4	40.0	100.0	80000.	80000.	20.5	10.5	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica
Z in = profondità inizio strato
Z fin = profondità 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 = 5.0 m
Larghezza sommità = 7.5 m
Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommità = .0 kPa
Quota banca = .0 m
Larghezza banca = .0 m

pag./ 2

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	32 di 67

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	.0	.00	.00	22.49	599.85	.000
2	.0	.00	.00	22.49	599.85	.000
3	33.3	.00	.00	19.99	599.85	399.775
4	33.3	.00	.00	15.00	599.85	299.850
5	33.3	.00	.00	10.00	599.85	199.925
Carico totale =						899.550 MN

pag./ 3

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

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	100.0	49.9	50.0	.5	15114.
.8	100.0	49.1	49.7	1.5	15341.
1.3	99.9	47.5	49.1	2.4	15568.
1.8	99.8	45.3	48.4	3.4	15795.
2.3	99.5	42.8	47.4	4.4	16023.
2.8	99.0	39.9	46.3	5.4	16250.
3.3	98.3	37.0	45.1	6.3	16477.
3.8	97.4	34.1	43.8	7.3	16705.
4.3	96.3	31.3	42.5	8.3	16932.
4.8	95.0	28.7	41.2	9.3	17159.
5.3	93.5	26.2	39.9	10.0	17386.
5.8	91.9	23.9	38.6	10.5	17614.
6.3	90.3	21.8	37.3	10.9	17841.
6.8	88.5	19.8	36.1	11.4	18068.
7.3	86.7	18.1	34.9	11.9	18295.
7.8	84.9	16.5	33.8	12.4	18523.
8.3	83.1	15.0	32.7	12.8	18750.
8.8	81.2	13.7	31.7	13.3	18977.
9.3	79.4	12.5	30.7	13.8	19205.
9.8	77.6	11.5	29.7	14.3	19432.
10.3	75.8	10.5	28.8	14.7	19659.
10.8	74.1	9.6	27.9	15.2	19886.
11.3	72.4	8.8	27.1	15.7	50536.
11.8	70.7	8.1	26.3	16.2	51607.
12.3	69.1	7.5	25.5	16.8	52679.
12.8	67.6	6.9	24.8	17.3	53750.
13.3	66.0	6.4	24.1	17.8	54821.
13.8	64.5	5.9	23.5	18.3	55893.
14.3	63.1	5.4	22.8	18.9	56964.
14.8	61.7	5.0	22.2	19.4	58036.
15.3	60.4	4.7	21.7	19.9	59107.
15.8	59.1	4.4	21.1	20.4	60179.
16.3	57.8	4.0	20.6	21.0	61250.
16.8	56.6	3.8	20.1	21.5	62321.
17.3	55.4	3.5	19.6	22.0	63393.
17.8	54.3	3.3	19.2	22.5	64464.
18.3	53.2	3.1	18.7	23.1	65536.
18.8	52.1	2.9	18.3	23.6	66607.
19.3	51.1	2.7	17.9	24.1	67679.
19.8	50.1	2.5	17.5	24.6	68750.
20.3	49.1	2.4	17.2	25.2	69821.
20.8	48.2	2.2	16.8	25.7	70893.
21.3	47.3	2.1	16.4	26.2	71964.
21.8	46.4	2.0	16.1	26.7	73036.
22.3	45.6	1.9	15.8	27.3	74107.
22.8	44.7	1.8	15.5	27.8	75179.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	33 di 67

23.3	43.9	1.7	15.2	28.3	76250.
23.8	43.2	1.6	14.9	28.8	77321.
24.3	42.4	1.5	14.6	29.4	78393.
24.8	41.7	1.4	14.4	29.9	79464.
25.5	40.7	1.3	14.0	30.7	80000.
26.5	39.4	1.2	13.5	31.7	80000.
27.5	38.1	1.1	13.0	32.8	80000.
28.5	36.9	1.0	12.6	33.8	80000.
29.5	35.8	.9	12.2	34.9	80000.

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

pag./ 4

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

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	57.6			
.5	55.3	.0	.5	2.3
1.0	53.0	.5	1.0	2.3
1.5	50.7	1.0	1.5	2.3
2.0	48.4	1.5	2.0	2.3
2.5	46.2	2.0	2.5	2.3
3.0	43.9	2.5	3.0	2.3
3.5	41.7	3.0	3.5	2.2
4.0	39.5	3.5	4.0	2.2
4.5	37.3	4.0	4.5	2.2
5.0	35.1	4.5	5.0	2.2
5.5	33.0	5.0	5.5	2.1
6.0	30.9	5.5	6.0	2.1
6.5	28.9	6.0	6.5	2.0
7.0	26.9	6.5	7.0	2.0
7.5	25.0	7.0	7.5	1.9
8.0	23.1	7.5	8.0	1.9
8.5	21.2	8.0	8.5	1.8
9.0	19.5	8.5	9.0	1.8
9.5	17.7	9.0	9.5	1.7
10.0	16.1	9.5	10.0	1.7
10.5	14.4	10.0	10.5	1.6
11.0	12.8	10.5	11.0	1.6
11.5	12.2	11.0	11.5	.6
12.0	11.7	11.5	12.0	.6
12.5	11.1	12.0	12.5	.6
13.0	10.5	12.5	13.0	.5
13.5	10.0	13.0	13.5	.5
14.0	9.5	13.5	14.0	.5
14.5	9.1	14.0	14.5	.5
15.0	8.6	14.5	15.0	.5
15.5	8.1	15.0	15.5	.4
16.0	7.7	15.5	16.0	.4
16.5	7.3	16.0	16.5	.4
17.0	6.9	16.5	17.0	.4
17.5	6.5	17.0	17.5	.4
18.0	6.2	17.5	18.0	.4
18.5	5.8	18.0	18.5	.4
19.0	5.5	18.5	19.0	.3
19.5	5.1	19.0	19.5	.3
20.0	4.8	19.5	20.0	.3
20.5	4.5	20.0	20.5	.3
21.0	4.2	20.5	21.0	.3
21.5	3.9	21.0	21.5	.3



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	34 di 67

22.0	3.6	21.5	22.0	.3
22.5	3.4	22.0	22.5	.3
23.0	3.1	22.5	23.0	.3
23.5	2.8	23.0	23.5	.3
24.0	2.6	23.5	24.0	.2
24.5	2.4	24.0	24.5	.2
25.0	2.1	24.5	25.0	.2
26.0	1.7	25.0	26.0	.5
27.0	1.2	26.0	27.0	.4
28.0	.8	27.0	28.0	.4
29.0	.4	28.0	29.0	.4
30.0	.0	29.0	30.0	.4

Cedimento totale = 57.6 mm

7.2 Sezione di calcolo NV12-B – H=5 m – cedimenti immediati

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

Coefficiente di Frolich = 3
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 5.0 m
 Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	11.0	40000.	40000.	19.5	9.5	22
2	11.0	25.0	45000.	67500.	20.5	10.5	28
3	25.0	40.0	112500.	157000.	20.5	10.5	15
4	40.0	100.0	157500.	157500.	20.5	10.5	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondità inizio strato
 Z fin = profondità 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 = 5.0 m
 Larghezza sommità = 7.5 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	35 di 67

Peso di volume = 20.0 kN/m³
 Sovraccarico in sommità' = .0 kPa
 Quota banca = .0 m
 Larghezza banca = .0 m

pag./ 2

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

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	.0	.00	.00	22.49	599.85	.000
2	.0	.00	.00	22.49	599.85	.000
3	33.3	.00	.00	19.99	599.85	399.775
4	33.3	.00	.00	15.00	599.85	299.850
5	33.3	.00	.00	10.00	599.85	199.925
Carico totale =						899.550 MN

pag./ 3

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

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	100.0	95.4	97.7	.5	40000.
.8	99.9	86.3	93.1	1.5	40000.
1.3	99.7	77.6	88.6	2.4	40000.
1.8	99.2	69.4	84.3	3.4	40000.
2.3	98.5	61.8	80.1	4.4	40000.
2.8	97.4	54.9	76.2	5.4	40000.
3.3	96.1	48.7	72.4	6.3	40000.
3.8	94.5	43.2	68.9	7.3	40000.
4.3	92.8	38.4	65.5	8.3	40000.
4.8	90.9	34.1	62.4	9.3	40000.
5.3	88.9	30.3	59.5	10.0	40000.
5.8	86.8	27.0	56.8	10.5	40000.
6.3	84.7	24.1	54.3	10.9	40000.
6.8	82.6	21.5	52.0	11.4	40000.
7.3	80.5	19.2	49.8	11.9	40000.
7.8	78.4	17.3	47.8	12.4	40000.
8.3	76.3	15.5	45.8	12.8	40000.
8.8	74.3	14.0	44.1	13.3	40000.
9.3	72.3	12.6	42.4	13.8	40000.
9.8	70.4	11.4	40.8	14.3	40000.
10.3	68.5	10.4	39.4	14.7	40000.
10.8	66.7	9.4	38.0	15.2	40000.
11.3	65.0	8.6	36.7	15.7	45402.
11.8	63.3	7.8	35.5	16.2	46205.
12.3	61.7	7.1	34.3	16.8	47009.
12.8	60.1	6.5	33.2	17.3	47813.
13.3	58.6	6.0	32.2	17.8	48616.
13.8	57.2	5.5	31.2	18.3	49420.
14.3	55.8	5.1	30.3	18.9	50223.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	36 di 67

14.8	54.4	4.7	29.4	19.4	51027.
15.3	53.1	4.3	28.6	19.9	51830.
15.8	51.9	4.0	27.8	20.4	52634.
16.3	50.7	3.7	27.1	21.0	53438.
16.8	49.6	3.4	26.4	21.5	54241.
17.3	48.5	3.2	25.7	22.0	55045.
17.8	47.4	3.0	25.1	22.5	55848.
18.3	46.4	2.8	24.4	23.1	56652.
18.8	45.4	2.6	23.8	23.6	57455.
19.3	44.5	2.4	23.3	24.1	58259.
19.8	43.5	2.3	22.7	24.6	59063.
20.3	42.7	2.1	22.2	25.2	59866.
20.8	41.8	2.0	21.7	25.7	60670.
21.3	41.0	1.9	21.3	26.2	61473.
21.8	40.2	1.8	20.8	26.7	62277.
22.3	39.4	1.7	20.4	27.3	63080.
22.8	38.7	1.6	20.0	27.8	63884.
23.3	38.0	1.5	19.5	28.3	64688.
23.8	37.3	1.4	19.2	28.8	65491.
24.3	36.6	1.3	18.8	29.4	66295.
24.8	36.0	1.2	18.4	29.9	67098.
25.5	35.1	1.1	17.9	30.7	113983.
26.5	33.9	1.0	17.3	31.7	116950.
27.5	32.8	.9	16.6	32.8	119917.

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

pag./ 4

CATENANUOVA-RADDUSA NI05-B
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

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	19.3			
.5	19.3	.0	.5	.0
1.0	19.2	.5	1.0	.1
1.5	19.0	1.0	1.5	.2
2.0	18.7	1.5	2.0	.3
2.5	18.3	2.0	2.5	.3
3.0	17.9	2.5	3.0	.4
3.5	17.5	3.0	3.5	.4
4.0	17.0	3.5	4.0	.5
4.5	16.5	4.0	4.5	.5
5.0	16.0	4.5	5.0	.5
5.5	15.4	5.0	5.5	.5
6.0	14.9	5.5	6.0	.6
6.5	14.3	6.0	6.5	.6
7.0	13.7	6.5	7.0	.6
7.5	13.1	7.0	7.5	.6
8.0	12.6	7.5	8.0	.6
8.5	12.0	8.0	8.5	.6
9.0	11.4	8.5	9.0	.6
9.5	10.9	9.0	9.5	.6
10.0	10.3	9.5	10.0	.6
10.5	9.8	10.0	10.5	.5
11.0	9.2	10.5	11.0	.5
11.5	8.8	11.0	11.5	.5
12.0	8.3	11.5	12.0	.5
12.5	7.9	12.0	12.5	.4
13.0	7.5	12.5	13.0	.4
13.5	7.1	13.0	13.5	.4
14.0	6.7	13.5	14.0	.4



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	37 di 67

14.5	6.3	14.0	14.5	.4
15.0	5.9	14.5	15.0	.4
15.5	5.6	15.0	15.5	.4
16.0	5.2	15.5	16.0	.3
16.5	4.9	16.0	16.5	.3
17.0	4.6	16.5	17.0	.3
17.5	4.3	17.0	17.5	.3
18.0	4.0	17.5	18.0	.3
18.5	3.7	18.0	18.5	.3
19.0	3.4	18.5	19.0	.3
19.5	3.1	19.0	19.5	.3
20.0	2.9	19.5	20.0	.3
20.5	2.6	20.0	20.5	.3
21.0	2.4	20.5	21.0	.2
21.5	2.1	21.0	21.5	.2
22.0	1.9	21.5	22.0	.2
22.5	1.7	22.0	22.5	.2
23.0	1.5	22.5	23.0	.2
23.5	1.2	23.0	23.5	.2
24.0	1.0	23.5	24.0	.2
24.5	.8	24.0	24.5	.2
25.0	.6	24.5	25.0	.2
26.0	.4	25.0	26.0	.2
27.0	.2	26.0	27.0	.2
28.0	.0	27.0	28.0	.2

Cedimento totale = 19.3 mm

7.3 Sezione di calcolo NV12-B – H=5 m – Analisi decorso cedimenti nel tempo nel tempo

Cedimento Totale	57.60	[mm]
Cedimento immediato	19.30	[mm]
Cedimento di consolidazione	38.30	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	1.00E-07	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	29.5	[m]
Consolidazione secondaria - C _α	0.002	
Altezza per la cons. sec. - H0	29.5	[m]
Anno iniziale - t1	1	
Anno finale - t2	75	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a t1 anni		
Tv	3.63E-03	
Um	6.80E-02	< 0.95
Cedimento	21.90	[mm]
Calcolo del cedimento a t2 anni		
Tv	2.72E-01	
Um	5.83E-01	< 0.95
Cedimento	41.64	[mm]
Cedimento dal t1 al t2° anno	19.74	[mm] OK



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	39 di 67

7.4 Sezione di calcolo NV13 – H=5 m – cedimenti totali

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5.3m

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 5.0 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/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	9.0	20000.	20000.	19.5	9.5	18
2	9.0	12.5	50000.	50000.	20.5	10.5	7
3	12.5	20.0	30000.	80000.	20.0	10.0	15
4	20.0	40.0	80000.	80000.	20.0	10.0	20
5	40.0	100.0	80000.	80000.	20.0	10.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica
 Z in = profondità' inizio strato
 Z fin = profondità' 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 = 5.0 m
 Larghezza sommità' = 6.9 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommità' = .0 kPa
 Quota banca = .0 m
 Larghezza banca = .0 m

pag./ 2

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5.3m

Caratteristiche delle aree di carico equivalenti al rilevato



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	40 di 67

N.	Press. kPa	X c m	Y c m	X lato m	Y lato m	Carico MN
1	.0	.00	.00	21.89	575.85	.000
2	.0	.00	.00	21.89	575.85	.000
3	33.3	.00	.00	19.39	575.85	372.263
4	33.3	.00	.00	14.40	575.85	276.336
5	33.3	.00	.00	9.40	575.85	180.409
Carico totale =						829.008 MN

pag./ 3

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5.3m

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	100.0	49.9	50.0	.5	20000.
.8	100.0	49.0	49.7	1.5	20000.
1.3	99.9	47.2	49.1	2.4	20000.
1.8	99.8	44.9	48.2	3.4	20000.
2.3	99.4	42.1	47.2	4.4	20000.
2.8	98.8	39.1	46.0	5.4	20000.
3.3	98.0	36.1	44.7	6.3	20000.
3.8	97.0	33.1	43.4	7.3	20000.
4.3	95.7	30.2	42.0	8.3	20000.
4.8	94.2	27.6	40.6	9.3	20000.
5.3	92.6	25.1	39.2	10.0	20000.
5.8	90.9	22.8	37.9	10.5	20000.
6.3	89.1	20.7	36.6	10.9	20000.
6.8	87.3	18.8	35.4	11.4	20000.
7.3	85.4	17.1	34.2	11.9	20000.
7.8	83.5	15.5	33.0	12.4	20000.
8.3	81.6	14.1	31.9	12.8	20000.
8.8	79.7	12.9	30.8	13.3	20000.
9.3	77.8	11.7	29.8	13.8	50000.
9.8	76.0	10.7	28.9	14.3	50000.
10.3	74.2	9.8	28.0	14.9	50000.
10.8	72.4	8.9	27.1	15.4	50000.
11.3	70.7	8.2	26.3	15.9	50000.
11.8	69.0	7.5	25.5	16.4	50000.
12.3	67.4	6.9	24.8	17.0	50000.
12.8	65.8	6.4	24.0	17.5	31667.
13.3	64.2	5.9	23.4	18.0	35000.
13.8	62.8	5.4	22.7	18.5	38333.
14.3	61.3	5.0	22.1	19.0	41667.
14.8	59.9	4.6	21.5	19.5	45000.
15.3	58.6	4.3	21.0	20.0	48333.
15.8	57.3	4.0	20.4	20.5	51667.
16.3	56.1	3.7	19.9	21.0	55000.
16.8	54.8	3.5	19.4	21.5	58333.
17.3	53.7	3.2	19.0	22.0	61667.
17.8	52.6	3.0	18.5	22.5	65000.
18.3	51.5	2.8	18.1	23.0	68333.
18.8	50.4	2.6	17.7	23.5	71667.
19.3	49.4	2.5	17.3	24.0	75000.
19.8	48.4	2.3	16.9	24.5	78333.
20.5	47.0	2.1	16.4	25.2	80000.
21.5	45.3	1.9	15.7	26.2	80000.
22.5	43.6	1.6	15.1	27.2	80000.
23.5	42.1	1.5	14.5	28.2	80000.
24.5	40.6	1.3	14.0	29.2	80000.
25.5	39.2	1.2	13.5	30.2	80000.
26.5	38.0	1.1	13.0	31.2	80000.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	41 di 67

27.5	36.7	1.0	12.6	32.2	80000.
28.5	35.6	.9	12.1	33.2	80000.
29.5	34.5	.8	11.8	34.2	80000.

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

pag./ 4

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5.3m

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	48.4			
.5	46.6	.0	.5	1.8
1.0	44.9	.5	1.0	1.8
1.5	43.1	1.0	1.5	1.8
2.0	41.3	1.5	2.0	1.8
2.5	39.5	2.0	2.5	1.8
3.0	37.6	2.5	3.0	1.8
3.5	35.8	3.0	3.5	1.8
4.0	33.9	3.5	4.0	1.9
4.5	32.1	4.0	4.5	1.9
5.0	30.3	4.5	5.0	1.8
5.5	28.4	5.0	5.5	1.8
6.0	26.6	5.5	6.0	1.8
6.5	24.8	6.0	6.5	1.8
7.0	23.0	6.5	7.0	1.8
7.5	21.3	7.0	7.5	1.8
8.0	19.6	7.5	8.0	1.7
8.5	17.9	8.0	8.5	1.7
9.0	16.2	8.5	9.0	1.7
9.5	15.5	9.0	9.5	.7
10.0	14.9	9.5	10.0	.6
10.5	14.3	10.0	10.5	.6
11.0	13.7	10.5	11.0	.6
11.5	13.1	11.0	11.5	.6
12.0	12.5	11.5	12.0	.6
12.5	11.9	12.0	12.5	.6
13.0	11.0	12.5	13.0	.9
13.5	10.2	13.0	13.5	.8
14.0	9.5	13.5	14.0	.7
14.5	8.8	14.0	14.5	.6
15.0	8.3	14.5	15.0	.6
15.5	7.7	15.0	15.5	.5
16.0	7.3	15.5	16.0	.5
16.5	6.8	16.0	16.5	.4
17.0	6.4	16.5	17.0	.4
17.5	6.0	17.0	17.5	.4
18.0	5.7	17.5	18.0	.4
18.5	5.3	18.0	18.5	.3
19.0	5.0	18.5	19.0	.3
19.5	4.7	19.0	19.5	.3
20.0	4.5	19.5	20.0	.3
21.0	3.9	20.0	21.0	.5
22.0	3.4	21.0	22.0	.5
23.0	3.0	22.0	23.0	.5
24.0	2.5	23.0	24.0	.5
25.0	2.0	24.0	25.0	.5
26.0	1.6	25.0	26.0	.4
27.0	1.2	26.0	27.0	.4
28.0	.8	27.0	28.0	.4
29.0	.4	28.0	29.0	.4



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	42 di 67

30.0 .0 29.0 30.0 .4

Cedimento totale = 48.4 mm

7.5 Sezione di calcolo NV13 – H=5 m – cedimenti immediati

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
Rilevato illimitato - cedimento immediato H5.3m

Coefficiente di Frolich = 3
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondità falda = 5.0 m
Coefficiente di Poisson = .50

Caratteristiche stratigrafiche e meccaniche

n.	Z in m	Z fin m	E in kPa	E fin kPa	G nat kN/m3	G eff kN/m3	N dv
1	.0	9.0	30000.	30000.	19.5	9.5	18
2	9.0	12.5	50000.	50000.	20.5	10.5	7
3	12.5	20.0	90000.	90000.	20.0	10.0	15
4	20.0	40.0	112500.	112500.	20.0	10.0	20
5	40.0	100.0	112500.	112500.	20.0	10.0	20

S'z = tensione verticale efficace litostatica
Z in = profondità inizio strato
Z fin = profondità 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 = 5.0 m
Larghezza sommità = 6.9 m
Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommità = .0 kPa
Quota banca = .0 m
Larghezza banca = .0 m

pag./ 2



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	43 di 67

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5.3m

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	.0	.00	.00	21.89	575.85	.000
2	.0	.00	.00	21.89	575.85	.000
3	33.3	.00	.00	19.39	575.85	372.263
4	33.3	.00	.00	14.40	575.85	276.336
5	33.3	.00	.00	9.40	575.85	180.409
Carico totale =						829.008 MN

pag./ 3

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5.3m

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	100.0	95.2	97.6	.5	30000.
.8	99.9	85.7	92.8	1.5	30000.
1.3	99.7	76.6	88.1	2.4	30000.
1.8	99.1	68.1	83.6	3.4	30000.
2.3	98.2	60.3	79.2	4.4	30000.
2.8	97.1	53.3	75.1	5.4	30000.
3.3	95.6	47.0	71.3	6.3	30000.
3.8	93.9	41.5	67.7	7.3	30000.
4.3	92.0	36.7	64.3	8.3	30000.
4.8	89.9	32.4	61.1	9.3	30000.
5.3	87.8	28.7	58.2	10.0	30000.
5.8	85.6	25.5	55.5	10.5	30000.
6.3	83.4	22.7	53.0	10.9	30000.
6.8	81.2	20.2	50.6	11.4	30000.
7.3	79.0	18.0	48.4	11.9	30000.
7.8	76.8	16.1	46.4	12.4	30000.
8.3	74.7	14.5	44.5	12.8	30000.
8.8	72.6	13.0	42.7	13.3	30000.
9.3	70.6	11.7	41.1	13.8	50000.
9.8	68.7	10.6	39.6	14.3	50000.
10.3	66.8	9.6	38.1	14.9	50000.
10.8	65.0	8.7	36.8	15.4	50000.
11.3	63.2	7.9	35.5	15.9	50000.
11.8	61.6	7.2	34.3	16.4	50000.
12.3	59.9	6.6	33.2	17.0	50000.
12.8	58.4	6.0	32.1	17.5	90000.
13.3	56.9	5.5	31.1	18.0	90000.
13.8	55.5	5.0	30.1	18.5	90000.
14.3	54.1	4.6	29.2	19.0	90000.
14.8	52.8	4.3	28.4	19.5	90000.
15.3	51.5	3.9	27.6	20.0	90000.
15.8	50.3	3.7	26.8	20.5	90000.
16.3	49.1	3.4	26.1	21.0	90000.
16.8	48.0	3.1	25.4	21.5	90000.
17.3	46.9	2.9	24.8	22.0	90000.
17.8	45.8	2.7	24.1	22.5	90000.
18.3	44.8	2.5	23.5	23.0	90000.
18.8	43.9	2.4	23.0	23.5	90000.
19.3	43.0	2.2	22.4	24.0	90000.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	44 di 67

19.8	42.1	2.1	21.9	24.5	90000.
20.5	40.8	1.9	21.2	25.2	112500.
21.5	39.2	1.6	20.2	26.2	112500.
22.5	37.7	1.5	19.4	27.2	112500.
23.5	36.3	1.3	18.6	28.2	112500.
24.5	35.0	1.2	17.9	29.2	112500.
25.5	33.8	1.0	17.2	30.2	112500.
26.5	32.7	.9	16.6	31.2	112500.

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

pag./ 4

CATENANUOVA-RADDUSA NI06
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H5.3m

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	18.1			
.5	18.1	.0	.5	.1
1.0	17.9	.5	1.0	.2
1.5	17.6	1.0	1.5	.3
2.0	17.2	1.5	2.0	.4
2.5	16.7	2.0	2.5	.5
3.0	16.2	2.5	3.0	.5
3.5	15.6	3.0	3.5	.6
4.0	14.9	3.5	4.0	.7
4.5	14.2	4.0	4.5	.7
5.0	13.5	4.5	5.0	.7
5.5	12.8	5.0	5.5	.7
6.0	12.0	5.5	6.0	.8
6.5	11.3	6.0	6.5	.8
7.0	10.5	6.5	7.0	.8
7.5	9.7	7.0	7.5	.8
8.0	9.0	7.5	8.0	.8
8.5	8.2	8.0	8.5	.8
9.0	7.5	8.5	9.0	.7
9.5	7.0	9.0	9.5	.4
10.0	6.6	9.5	10.0	.4
10.5	6.2	10.0	10.5	.4
11.0	5.7	10.5	11.0	.4
11.5	5.3	11.0	11.5	.4
12.0	4.9	11.5	12.0	.4
12.5	4.5	12.0	12.5	.4
13.0	4.3	12.5	13.0	.2
13.5	4.1	13.0	13.5	.2
14.0	3.9	13.5	14.0	.2
14.5	3.7	14.0	14.5	.2
15.0	3.5	14.5	15.0	.2
15.5	3.3	15.0	15.5	.2
16.0	3.1	15.5	16.0	.2
16.5	2.9	16.0	16.5	.2
17.0	2.7	16.5	17.0	.2
17.5	2.5	17.0	17.5	.2
18.0	2.3	17.5	18.0	.2
18.5	2.2	18.0	18.5	.2
19.0	2.0	18.5	19.0	.2
19.5	1.8	19.0	19.5	.2
20.0	1.6	19.5	20.0	.2
21.0	1.4	20.0	21.0	.3
22.0	1.1	21.0	22.0	.3
23.0	.9	22.0	23.0	.2
24.0	.7	23.0	24.0	.2



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	45 di 67

25.0	.4	24.0	25.0	.2
26.0	.2	25.0	26.0	.2
27.0	.0	26.0	27.0	.2

Cedimento totale = 18.1 mm

7.6 Sezione di calcolo NV13 – H=5 m – – Analisi decorso cedimenti nel tempo nel tempo

Cedimento Totale	48.40	[mm]
Cedimento immediato	18.10	[mm]
Cedimento di consolidazione	30.30	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	1.00E-07	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	13	[m]
Consolidazione secondaria - C α	0.002	
Altezza per la cons. sec. - H0	26	[m]
Anno iniziale - t1	1	
Anno finale - t2	75	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a t1 anni		
Tv	1.87E-02	
Um	1.54E-01	< 0.95
Cedimento	22.77	[mm]
Calcolo del cedimento a t2 anni		
Tv	1.40E+00	
Um	9.68E-01	> 0.95
Cedimento	51.06	[mm]
Cedimento dal t1 al t2° anno	28.29	[mm] OK



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	46 di 67

8 APPENDICE B. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

8.1 Rilevato H=5m – NV12-B - analisi stabilità statica SLU

Slide Analysis Information

NI05_H5_statica

Project Summary

File Name: NI05_H5_statica.sldm
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.408s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 02/10/2017, 09:00:02

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 75

Check $\alpha < 0.2$: Yes

Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	47 di 67

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]: 9.81
Use negative pore pressure cutoff: Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle [°]: Not Defined
Lower Angle [°]: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 26
Orientation: Vertical

Materials

Property	Ril	bbc
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	48 di 67

Friction Angle [°]	29.3	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.173380
Center:	13.874, 18.864
Radius:	9.182
Left Slip Surface Endpoint:	11.609, 9.966
Right Slip Surface Endpoint:	22.165, 14.919
Resisting Moment:	2156.73 kN-m
Driving Moment:	1838.05 kN-m
Total Slice Area:	20.1356 m2
Surface Horizontal Width:	10.557 m
Surface Average Height:	1.90733 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3885
 Number of Invalid Surfaces: 1115

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17338

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.215745	0.106895	-13.5901	bbc	4	20.5	3.86423	4.53422	1.42882	0	1.42882	0.494675	0.494675
2	0.215745	0.309466	-12.2089	bbc	4	20.5	4.15203	4.87191	2.33202	0	2.33202	1.43364	1.43364
3	0.215745	0.489772	-10.8349	bbc	4	20.5	4.40044	5.16339	3.11163	0	3.11163	2.26943	2.26943
4	0.215745	0.648222	-9.46711	bbc	4	20.5	4.61113	5.41061	3.77284	0	3.77284	3.00392	3.00392
5	0.215745	1.10552	-8.10479	bbc	4	20.5	5.28116	6.19681	5.87565	0	5.87565	5.12358	5.12358
6	0.215745	1.84173	-6.74707	bbc	4	20.5	6.36893	7.47318	9.28941	0	9.28941	8.53593	8.53593
7	0.215745	2.55671	-5.39315	bbc	4	20.5	7.40767	8.69201	12.5494	0	12.5494	11.85	11.85
8	0.215745	3.25062	-4.04224	bbc	4	20.5	8.39884	9.85503	15.66	0	15.66	15.0665	15.0665
9	0.215745	3.9236	-2.69359	bbc	4	20.5	9.34377	10.9638	18.6255	0	18.6255	18.1859	18.1859
10	0.215745	4.57571	-1.34642	bbc	4	20.5	10.2436	12.0196	21.4495	0	21.4495	21.2087	21.2087
11	0.215745	5.20703	-2.8305e-12	bbc	4	20.5	11.0993	13.0237	24.1351	0	24.1351	24.1351	24.1351
12	0.215745	5.81756	1.34642	bbc	4	20.5	11.9119	13.9772	26.6853	0	26.6853	26.9652	26.9652
13	0.215745	6.40728	2.69359	bbc	4	20.5	12.6821	14.8809	29.1023	0	29.1023	29.6989	29.6989
14	0.215745	6.97615	4.04224	bbc	4	20.5	13.4105	15.7356	31.3883	0	31.3883	32.336	32.336
15	0.215745	7.52408	5.39315	bbc	4	20.5	14.0977	16.542	33.5451	0	33.5451	34.876	34.876
16	0.215745	8.05095	6.74707	bbc	4	20.5	14.7442	17.3006	35.5741	0	35.5741	37.3185	37.3185
17	0.215745	8.55658	8.10479	bbc	4	20.5	15.3504	18.0119	37.4765	0	37.4765	39.6625	39.6625
18	0.215745	9.0408	9.46711	bbc	4	20.5	15.9166	18.6762	39.2532	0	39.2532	41.9073	41.9073
19	0.215745	9.50336	10.8349	bbc	4	20.5	16.4428	19.2936	40.9047	0	40.9047	44.0517	44.0517
20	0.215745	9.94397	12.2089	bbc	4	20.5	16.9293	19.8645	42.4315	0	42.4315	46.0945	46.0945
21	0.215745	10.3623	13.5901	bbc	4	20.5	17.376	20.3887	43.8335	0	43.8335	48.034	48.034



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	49 di 67

22	0.207804	10.3497	14.9537	Ril	0	29.3	21.1236	24.786	44.1681	0	44.1681	49.8098	49.8098
23	0.207804	10.6841	16.3002	Ril	0	29.3	21.5745	25.3151	45.1109	0	45.1109	51.4198	51.4198
24	0.207804	10.9965	17.6561	Ril	0	29.3	21.9669	25.7755	45.9315	0	45.9315	52.9235	52.9235
25	0.207804	11.2862	19.0223	Ril	0	29.3	22.3009	26.1674	46.6299	0	46.6299	54.3184	54.3184
26	0.207804	11.5528	20.3998	Ril	0	29.3	22.5763	26.4906	47.2056	0	47.2056	55.6016	55.6016
27	0.207804	11.7956	21.7898	Ril	0	29.3	22.7931	26.745	47.6591	0	47.6591	56.771	56.771
28	0.207804	12.014	23.1934	Ril	0	29.3	22.9509	26.9301	47.9889	0	47.9889	57.8225	57.8225
29	0.207804	12.2072	24.6118	Ril	0	29.3	23.0492	27.0455	48.1945	0	48.1945	58.753	58.753
30	0.207804	12.3744	26.0466	Ril	0	29.3	23.0874	27.0903	48.2743	0	48.2743	59.558	59.558
31	0.207804	12.5146	27.4992	Ril	0	29.3	23.0648	27.0638	48.2271	0	48.2271	60.2335	60.2335
32	0.207804	12.6268	28.9712	Ril	0	29.3	22.9804	26.9648	48.0509	0	48.0509	60.774	60.774
33	0.207804	12.7098	30.4644	Ril	0	29.3	22.8334	26.7922	47.7432	0	47.7432	61.174	61.174
34	0.207804	12.7622	31.981	Ril	0	29.3	22.622	26.5442	47.3012	0	47.3012	61.4266	61.4266
35	0.207804	12.7826	33.5231	Ril	0	29.3	22.3451	26.2193	46.7224	0	46.7224	61.5252	61.5252
36	0.207804	12.7691	35.0932	Ril	0	29.3	22.0009	25.8154	46.0024	0	46.0024	61.461	61.461
37	0.207804	12.72	36.6941	Ril	0	29.3	21.5874	25.3302	45.1378	0	45.1378	61.225	61.225
38	0.207804	12.6328	38.3292	Ril	0	29.3	21.1021	24.7608	44.1233	0	44.1233	60.8063	60.8063
39	0.207804	12.5051	40.0021	Ril	0	29.3	20.5427	24.1044	42.9535	0	42.9535	60.1921	60.1921
40	0.207804	12.0852	41.7171	Ril	0	29.3	19.5046	22.8863	40.7829	0	40.7829	58.1713	58.1713
41	0.207804	11.2922	43.4792	Ril	0	29.3	17.8845	20.9853	37.3955	0	37.3955	54.3549	54.3549
42	0.207804	10.4464	45.2943	Ril	0	29.3	16.2141	19.0253	33.9028	0	33.9028	50.2843	50.2843
43	0.207804	9.54426	47.1697	Ril	0	29.3	17.1199	20.0882	35.7967	0	35.7967	54.2649	54.2649
44	0.207804	8.57967	49.1139	Ril	0	29.3	20.736	24.3312	43.3577	0	43.3577	67.3078	67.3078
45	0.207804	7.54502	51.1378	Ril	0	29.3	18.7063	21.9496	39.1137	0	39.1137	62.328	62.328
46	0.207804	6.43074	53.2549	Ril	0	29.3	16.6062	19.4854	34.7227	0	34.7227	56.965	56.965
47	0.207804	5.22445	55.4828	Ril	0	29.3	14.4313	16.9334	30.1749	0	30.1749	51.1591	51.1591
48	0.207804	3.90961	57.8453	Ril	0	29.3	12.1765	14.2877	25.4604	0	25.4604	44.8304	44.8304
49	0.207804	2.46329	60.3753	Ril	0	29.3	9.83731	11.5429	20.5692	0	20.5692	37.8686	37.8686
50	0.207804	0.851953	63.1211	Ril	0	29.3	7.40977	8.69448	15.4934	0	15.4934	30.1122	30.1122

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17338

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	11.6085	9.96581	0	0	0
2	11.8243	9.91366	0.907502	0	0
3	12.04	9.86698	1.91138	0	0
4	12.2558	9.82569	2.98843	0	0
5	12.4715	9.78971	4.11815	0	0
6	12.6872	9.75899	5.43708	0	0
7	12.903	9.73346	7.04709	0	0
8	13.1187	9.71309	8.8995	0	0
9	13.3345	9.69785	10.9487	0	0
10	13.5502	9.6877	13.1519	0	0
11	13.766	9.68263	15.4688	0	0
12	13.9817	9.68263	17.8614	0	0
13	14.1975	9.6877	20.2939	0	0
14	14.4132	9.69785	22.7322	0	0
15	14.6289	9.71309	25.1445	0	0
16	14.8447	9.73346	27.5002	0	0
17	15.0604	9.75899	29.7705	0	0
18	15.2762	9.78971	31.928	0	0
19	15.4919	9.82569	33.9469	0	0
20	15.7077	9.86698	35.8023	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	50 di 67

21	15.9234	9.91366	37.4709	0	0
22	16.1392	9.96581	38.9303	0	0
23	16.347	10.0213	40.8648	0	0
24	16.5548	10.0821	42.603	0	0
25	16.7626	10.1482	44.1259	0	0
26	16.9704	10.2199	45.4155	0	0
27	17.1782	10.2971	46.4548	0	0
28	17.386	10.3802	47.2282	0	0
29	17.5938	10.4693	47.7206	0	0
30	17.8016	10.5644	47.9186	0	0
31	18.0094	10.666	47.8093	0	0
32	18.2172	10.7742	47.3814	0	0
33	18.425	10.8892	46.6245	0	0
34	18.6328	11.0115	45.5295	0	0
35	18.8406	11.1412	44.089	0	0
36	19.0484	11.2789	42.2965	0	0
37	19.2562	11.4249	40.1477	0	0
38	19.464	11.5798	37.6398	0	0
39	19.6718	11.744	34.7723	0	0
40	19.8796	11.9184	31.5473	0	0
41	20.0874	12.1037	28.0416	0	0
42	20.2952	12.3007	24.386	0	0
43	20.503	12.5107	20.6346	0	0
44	20.7109	12.7349	16.1647	0	0
45	20.9187	12.9749	10.0636	0	0
46	21.1265	13.2327	3.86083	0	0
47	21.3343	13.5111	-2.35571	0	0
48	21.5421	13.8132	-8.47711	0	0
49	21.7499	14.1438	-14.3653	0	0
50	21.9577	14.5092	-19.8395	0	0
51	22.1655	14.9192	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	27.321	0
	27.321	9.96581
	27.321	14.9192
	26.6444	14.9192
	20.6444	14.9192
	19.8944	14.9192
	12.4679	9.96581
	0	9.96581
	0	4.98291
	0	0
Material Boundary	X	Y
	12.4679	9.96581



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	51 di 67

27.321	9.96581
--------	---------

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario						
Water Table	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>4.98291</td> </tr> <tr> <td>27.321</td> <td>4.98291</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	0	4.98291	27.321	4.98291	Assigned to materials: Rill bbc
X	Y							
0	4.98291							
27.321	4.98291							
Distributed Load	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20.6444</td> <td>14.9192</td> </tr> <tr> <td>26.6444</td> <td>14.9192</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	20.6444	14.9192	26.6444	14.9192	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
X	Y							
20.6444	14.9192							
26.6444	14.9192							

8.2 Rilevato H=5m – NV12-B - analisi stabilità sismica SLU

Slide Analysis Information

NI05_H5_sismica

Project Summary

File Name: NI05_H5_sismica.sldm
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.406s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2017, 09:00:02

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
 Time Units: days
 Permeability Units: meters/second
 Data Output: Standard
 Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	52 di 67

Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m³]: 9.81
Use negative pore pressure cutoff: Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle [°]: Not Defined
Lower Angle [°]: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.08
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.04



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	53 di 67

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 4
 Orientation: Vertical

Materials

Property	Ril	bbc
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	5
Friction Angle [°]	29.3	25
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.163390
Center:	14.069, 18.307
Radius:	8.607
Left Slip Surface Endpoint:	11.946, 9.966
Right Slip Surface Endpoint:	21.981, 14.919
Resisting Moment:	1852.09 kN-m
Driving Moment:	1591.98 kN-m
Total Slice Area:	19.7002 m2
Surface Horizontal Width:	10.0347 m
Surface Average Height:	1.96321 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3892
 Number of Invalid Surfaces: 1108

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.16339

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.202141	0.0937977	-13.5843	bbc	5	25	4.95605	5.76582	1.64231	0	1.64231	0.444753	0.444753



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	54 di 67

2	0.202141	0.271549	-12.2037	bbc	5	25	5.27138	6.13267	2.42902	0	2.42902	1.28895	1.28895
3	0.202141	0.4776	-10.8302	bbc	5	25	5.63906	6.56043	3.34635	0	3.34635	2.26756	2.26756
4	0.202141	1.06963	-9.46309	bbc	5	25	6.78704	7.89598	6.21047	0	6.21047	5.0792	5.0792
5	0.202141	1.73468	-8.10136	bbc	5	25	8.05938	9.3762	9.38477	0	9.38477	8.23755	8.23755
6	0.202141	2.38092	-6.74422	bbc	5	25	9.26907	10.7835	12.4029	0	12.4029	11.3068	11.3068
7	0.202141	3.00855	-5.39087	bbc	5	25	10.4185	12.1208	15.2706	0	15.2706	14.2875	14.2875
8	0.202141	3.61768	-4.04054	bbc	5	25	11.5099	13.3905	17.9935	0	17.9935	17.1805	17.1805
9	0.202141	4.20844	-2.69245	bbc	5	25	12.5451	14.5948	20.5762	0	20.5762	19.9862	19.9862
10	0.202141	4.78091	-1.34585	bbc	5	25	13.5257	15.7357	23.0229	0	23.0229	22.7051	22.7051
11	0.202141	5.33511	0	bbc	5	25	14.4535	16.815	25.3373	0	25.3373	25.3373	25.3373
12	0.202141	5.87108	1.34585	bbc	5	25	15.3294	17.8341	27.5227	0	27.5227	27.8829	27.8829
13	0.202141	6.38879	2.69245	bbc	5	25	16.1549	18.7944	29.5821	0	29.5821	30.3418	30.3418
14	0.202141	6.8882	4.04054	bbc	5	25	16.9307	19.697	31.5179	0	31.5179	32.7139	32.7139
15	0.202141	7.36924	5.39087	bbc	5	25	17.658	20.5431	33.3323	0	33.3323	34.9987	34.9987
16	0.202141	7.83179	6.74422	bbc	5	25	18.3373	21.3334	35.0272	0	35.0272	37.1957	37.1957
17	0.202141	8.27571	8.10136	bbc	5	25	18.9694	22.0688	36.6041	0	36.6041	39.3043	39.3043
18	0.202141	8.70084	9.46309	bbc	5	25	19.5546	22.7496	38.0642	0	38.0642	41.3236	41.3236
19	0.202141	9.10696	10.8302	bbc	5	25	20.0935	23.3766	39.4086	0	39.4086	43.2527	43.2527
20	0.202141	9.49383	12.2037	bbc	5	25	20.5862	23.9498	40.6381	0	40.6381	45.0904	45.0904
21	0.202141	9.86117	13.5843	bbc	5	25	21.0331	24.4697	41.7529	0	41.7529	46.8352	46.8352
22	0.199645	10.0753	14.9643	Ril	0	29.3	20.7017	24.0841	42.9173	0	42.9173	48.4505	48.4505
23	0.199645	10.3836	16.3447	Ril	0	29.3	21.1009	24.5486	43.7451	0	43.7451	49.9333	49.9333
24	0.199645	10.6709	17.7349	Ril	0	29.3	21.4444	24.9482	44.4572	0	44.4572	51.3154	51.3154
25	0.199645	10.9368	19.136	Ril	0	29.3	21.7322	25.283	45.0538	0	45.0538	52.5945	52.5945
26	0.199645	11.1808	20.549	Ril	0	29.3	21.9642	25.5529	45.5347	0	45.5347	53.7682	53.7682
27	0.199645	11.4023	21.9753	Ril	0	29.3	22.1401	25.7576	45.8994	0	45.8994	54.8335	54.8335
28	0.199645	11.6006	23.4161	Ril	0	29.3	22.2596	25.8966	46.147	0	46.147	55.7871	55.7871
29	0.199645	11.7749	24.8727	Ril	0	29.3	22.3223	25.9695	46.2771	0	46.2771	56.6259	56.6259
30	0.199645	11.9244	26.3468	Ril	0	29.3	22.3274	25.9755	46.2876	0	46.2876	57.3452	57.3452
31	0.199645	12.0482	27.8398	Ril	0	29.3	22.2741	25.9135	46.1773	0	46.1773	57.9409	57.9409
32	0.199645	12.1452	29.3538	Ril	0	29.3	22.1617	25.7827	45.9443	0	45.9443	58.4082	58.4082
33	0.199645	12.2143	30.8906	Ril	0	29.3	21.9888	25.5815	45.5855	0	45.5855	58.7406	58.7406
34	0.199645	12.2541	32.4525	Ril	0	29.3	21.754	25.3084	45.0991	0	45.0991	58.9326	58.9326
35	0.199645	12.2631	34.0419	Ril	0	29.3	21.4558	24.9615	44.4809	0	44.4809	58.9759	58.9759
36	0.199645	12.2395	35.6618	Ril	0	29.3	21.0926	24.5389	43.7276	0	43.7276	58.8629	58.8629
37	0.199645	12.1814	37.3153	Ril	0	29.3	20.6619	24.0379	42.8351	0	42.8351	58.584	58.584
38	0.199645	12.0865	39.006	Ril	0	29.3	20.1616	23.4558	41.7979	0	41.7979	58.1279	58.1279
39	0.199645	11.9521	40.7383	Ril	0	29.3	19.5887	22.7893	40.61	0	40.61	57.4817	57.4817
40	0.199645	11.7209	42.5169	Ril	0	29.3	18.8529	21.9333	39.0847	0	39.0847	56.3704	56.3704
41	0.199645	11.0459	44.3478	Ril	0	29.3	17.4143	20.2596	36.1024	0	36.1024	53.1246	53.1246
42	0.199645	10.2401	46.2378	Ril	0	29.3	15.7987	18.3801	32.7529	0	32.7529	49.2495	49.2495
43	0.199645	9.37819	48.1955	Ril	0	29.3	14.1332	16.4424	29.3	0	29.3	45.1046	45.1046
44	0.199645	8.45354	50.2313	Ril	0	29.3	13.2643	15.4316	27.4987	0	27.4987	43.4368	43.4368
45	0.199645	7.45782	52.3583	Ril	0	29.3	11.832	13.7652	24.5292	0	24.5292	39.8703	39.8703
46	0.199645	6.3803	54.5935	Ril	0	29.3	9.96802	11.5967	20.6651	0	20.6651	34.6881	34.6881
47	0.199645	5.20677	56.9594	Ril	0	29.3	8.04411	9.35844	16.6766	0	16.6766	29.0442	29.0442
48	0.199645	3.91764	59.4871	Ril	0	29.3	6.05958	7.04965	12.5623	0	12.5623	22.8442	22.8442
49	0.199645	2.48464	62.222	Ril	0	29.3	4.01654	4.6728	8.32684	0	8.32684	15.952	15.952
50	0.199645	0.86398	65.2345	Ril	0	29.3	1.92346	2.23773	3.98759	0	3.98759	8.15693	8.15693

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.16339

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
--------------	------------------	---------------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	55 di 67

1	11.9462	9.96581	0	0	0
2	12.1484	9.91697	1.07394	0	0
3	12.3505	9.87325	2.22334	0	0
4	12.5526	9.83458	3.45375	0	0
5	12.7548	9.80089	4.94856	0	0
6	12.9569	9.77211	6.70799	0	0
7	13.1591	9.74821	8.68655	0	0
8	13.3612	9.72913	10.8419	0	0
9	13.5633	9.71485	13.1347	0	0
10	13.7655	9.70535	15.528	0	0
11	13.9676	9.7006	17.9873	0	0
12	14.1698	9.7006	20.4804	0	0
13	14.3719	9.70535	22.9769	0	0
14	14.574	9.71485	25.4482	0	0
15	14.7762	9.72913	27.8675	0	0
16	14.9783	9.74821	30.2094	0	0
17	15.1805	9.77211	32.4501	0	0
18	15.3826	9.80089	34.567	0	0
19	15.5848	9.83458	36.5389	0	0
20	15.7869	9.87325	38.3457	0	0
21	15.989	9.91697	39.9684	0	0
22	16.1912	9.96581	41.3893	0	0
23	16.3908	10.0192	42.4237	0	0
24	16.5905	10.0777	43.242	0	0
25	16.7901	10.1416	43.8285	0	0
26	16.9898	10.2108	44.1687	0	0
27	17.1894	10.2857	44.2489	0	0
28	17.389	10.3662	44.0565	0	0
29	17.5887	10.4527	43.5799	0	0
30	17.7883	10.5453	42.8085	0	0
31	17.988	10.6441	41.7329	0	0
32	18.1876	10.7496	40.3445	0	0
33	18.3873	10.8619	38.636	0	0
34	18.5869	10.9813	36.6014	0	0
35	18.7866	11.1083	34.236	0	0
36	18.9862	11.2431	31.5366	0	0
37	19.1859	11.3864	28.5017	0	0
38	19.3855	11.5386	25.1314	0	0
39	19.5851	11.7003	21.4284	0	0
40	19.7848	11.8722	17.3977	0	0
41	19.9844	12.0553	13.0672	0	0
42	20.1841	12.2504	8.61279	0	0
43	20.3837	12.4589	4.11806	0	0
44	20.5834	12.6821	-0.353644	0	0
45	20.783	12.922	-4.97996	0	0
46	20.9827	13.1809	-9.56531	0	0
47	21.1823	13.4617	-13.8909	0	0
48	21.382	13.7687	-17.8213	0	0
49	21.5816	14.1075	-21.1812	0	0
50	21.7812	14.4865	-23.7345	0	0
51	21.9809	14.9192	0	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	56 di 67

Group: Analisi Sismica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	27.351	0
	27.351	9.96581
	27.351	14.9192
	26.6444	14.9192
	20.6444	14.9192
	19.8944	14.9192
	12.4679	9.96581
	0	9.96581
	0	4.98291
Material Boundary	0	0
	12.4679	9.96581
	27.351	9.96581

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Water Table	X	Y
	0	4.98291
	27.351	4.98291
Distributed Load	X	Y
	20.6444	14.9192
	26.6444	14.9192
		Assigned to materials:
		Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No

8.3 Rilevato H=5 m – NV13 - analisi stabilità statica SLU

Slide Analysis Information

NI06_H5_statica

Project Summary

File Name: NI06_H5_statica.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.422s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2017, 09:00:02



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	57 di 67

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 75

Check $m\alpha < 0.2$: Yes

Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces

Pore Fluid Unit Weight [kN/m³]: 9.81

Use negative pore pressure cutoff: Yes

Maximum negative pore pressure [kPa]: 0

Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular

Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 5000

Upper Angle [°]: Not Defined



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	58 di 67

Lower Angle [°]: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 26
Orientation: Vertical

Materials

Property	Ril	bnc
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19.5
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	29.3	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.176750
Center:	15.793, 16.566
Radius:	8.432
Left Slip Surface Endpoint:	13.943, 8.339
Right Slip Surface Endpoint:	23.530, 13.214
Resisting Moment:	1849.54 kN-m
Driving Moment:	1571.73 kN-m
Total Slice Area:	18.8894 m2
Surface Horizontal Width:	9.58738 m
Surface Average Height:	1.97024 m



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	59 di 67

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4029
 Number of Invalid Surfaces: 971

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17675

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.194749	0.0791637	-11.9981	bnc	4	20.5	3.7836	4.45235	1.20986	0	1.20986	0.405763	0.405763
2	0.194749	0.503815	-10.6483	bnc	4	20.5	4.48908	5.28252	3.43027	0	3.43027	2.58624	2.58624
3	0.194749	1.13987	-9.3046	bnc	4	20.5	5.54737	6.52787	6.7611	0	6.7611	5.85222	5.85222
4	0.194749	1.75815	-7.966	bnc	4	20.5	6.55892	7.71821	9.94482	0	9.94482	9.02699	9.02699
5	0.194749	2.35884	-6.63176	bnc	4	20.5	7.52531	8.85541	12.9863	0	12.9863	12.1114	12.1114
6	0.194749	2.94209	-5.30113	bnc	4	20.5	8.44795	9.94113	15.8903	0	15.8903	15.1064	15.1064
7	0.194749	3.50804	-3.97336	bnc	4	20.5	9.32812	10.9769	18.6605	0	18.6605	18.0126	18.0126
8	0.194749	4.05677	-2.64773	bnc	4	20.5	10.1669	11.9639	21.3005	0	21.3005	20.8304	20.8304
9	0.194749	4.58836	-1.32351	bnc	4	20.5	10.9654	12.9035	23.8135	0	23.8135	23.5602	23.5602
10	0.194749	5.10285	0	bnc	4	20.5	11.7243	13.7966	26.2022	0	26.2022	26.2022	26.2022
11	0.194749	5.60025	1.32351	bnc	4	20.5	12.4445	14.6441	28.4691	0	28.4691	28.7566	28.7566
12	0.194749	6.08055	2.64773	bnc	4	20.5	13.1267	15.4469	30.6161	0	30.6161	31.2231	31.2231
13	0.194749	6.54372	3.97336	bnc	4	20.5	13.7714	16.2055	32.6451	0	32.6451	33.6017	33.6017
14	0.194749	6.98966	5.30113	bnc	4	20.5	14.3791	16.9206	34.5577	0	34.5577	35.8919	35.8919
15	0.194749	7.41831	6.63176	bnc	4	20.5	14.9502	17.5926	36.3551	0	36.3551	38.0933	38.0933
16	0.194749	7.82951	7.966	bnc	4	20.5	15.4849	18.2219	38.0382	0	38.0382	40.2051	40.2051
17	0.194749	8.22313	9.3046	bnc	4	20.5	15.9837	18.8088	39.6079	0	39.6079	42.2267	42.2267
18	0.194749	8.59896	10.6483	bnc	4	20.5	16.4466	19.3535	41.0647	0	41.0647	44.1569	44.1569
19	0.194749	8.95679	11.9981	bnc	4	20.5	16.8736	19.856	42.4088	0	42.4088	45.9948	45.9948
20	0.189908	9.05928	13.3376	Ril	0	29.3	20.4401	24.0529	42.8618	0	42.8618	47.7078	47.7078
21	0.189908	9.36049	14.6677	Ril	0	29.3	20.8991	24.593	43.8243	0	43.8243	49.2944	49.2944
22	0.189908	9.64375	16.0059	Ril	0	29.3	21.3049	25.0705	44.6751	0	44.6751	50.7866	50.7866
23	0.189908	9.9087	17.3531	Ril	0	29.3	21.6576	25.4856	45.4147	0	45.4147	52.1824	52.1824
24	0.189908	10.155	18.7103	Ril	0	29.3	21.9573	25.8382	46.0432	0	46.0432	53.4797	53.4797
25	0.189908	10.3821	20.0785	Ril	0	29.3	22.2039	26.1284	46.5604	0	46.5604	54.6764	54.6764
26	0.189908	10.5896	21.4588	Ril	0	29.3	22.3973	26.356	46.9658	0	46.9658	55.7697	55.7697
27	0.189908	10.777	22.8522	Ril	0	29.3	22.5371	26.5205	47.259	0	47.259	56.7569	56.7569
28	0.189908	10.9436	24.2601	Ril	0	29.3	22.6229	26.6215	47.439	0	47.439	57.6347	57.6347
29	0.189908	11.0887	25.6838	Ril	0	29.3	22.6543	26.6584	47.5047	0	47.5047	58.3996	58.3996
30	0.189908	11.2116	27.1247	Ril	0	29.3	22.6303	26.6302	47.4546	0	47.4546	59.0475	59.0475
31	0.189908	11.3114	28.5845	Ril	0	29.3	22.5504	26.5362	47.287	0	47.287	59.5739	59.5739
32	0.189908	11.3873	30.0648	Ril	0	29.3	22.4133	26.3749	46.9998	0	46.9998	59.974	59.974
33	0.189908	11.438	31.5676	Ril	0	29.3	22.2181	26.1452	46.59	0	46.59	60.2414	60.2414
34	0.189908	11.4625	33.0951	Ril	0	29.3	21.9634	25.8454	46.0561	0	46.0561	60.3712	60.3712
35	0.189908	11.4593	34.6496	Ril	0	29.3	21.6474	25.4736	45.3933	0	45.3933	60.3546	60.3546
36	0.189908	11.4268	36.2338	Ril	0	29.3	21.2685	25.0277	44.5991	0	44.5991	60.1846	60.1846
37	0.189908	11.3634	37.8509	Ril	0	29.3	20.8246	24.5054	43.6682	0	43.6682	59.8511	59.8511
38	0.189908	11.2669	39.5043	Ril	0	29.3	20.3132	23.9036	42.5957	0	42.5957	59.3432	59.3432
39	0.189908	11.1348	41.1981	Ril	0	29.3	19.7315	23.219	41.3759	0	41.3759	58.6483	58.6483
40	0.189908	10.7128	42.9369	Ril	0	29.3	18.6385	21.9328	39.0839	0	39.0839	56.4262	56.4262
41	0.189908	10.02	44.7265	Ril	0	29.3	17.0943	20.1157	35.8458	0	35.8458	52.7776	52.7776
42	0.189908	9.28177	46.5733	Ril	0	29.3	15.5037	18.244	32.5104	0	32.5104	48.8898	48.8898



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	60 di 67

43	0.189908	8.49331	48.4854	Ril	0	29.3	14.4654	17.0222	30.3332	0	30.3332	46.675	46.675
44	0.189908	7.6488	50.4727	Ril	0	29.3	20.0365	23.578	42.0157	0	42.0157	66.2983	66.2983
45	0.189908	6.7409	52.5476	Ril	0	29.3	18.0804	21.2761	37.9136	0	37.9136	61.517	61.517
46	0.189908	5.76022	54.726	Ril	0	29.3	16.0518	18.8889	33.6597	0	33.6597	56.3523	56.3523
47	0.189908	4.69439	57.029	Ril	0	29.3	13.9449	16.4097	29.2416	0	29.2416	50.7387	50.7387
48	0.189908	3.52651	59.4854	Ril	0	29.3	11.7533	13.8307	24.646	0	24.646	44.5876	44.5876
49	0.189908	2.23239	62.1369	Ril	0	29.3	9.4699	11.1437	19.8579	0	19.8579	37.7713	37.7713
50	0.189908	0.775085	65.0472	Ril	0	29.3	7.08778	8.34054	14.8627	0	14.8627	30.0952	30.0952

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17675

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	13.9428	8.33886	0	0	0
2	14.1376	8.29747	0.786256	0	0
3	14.3323	8.26086	1.78531	0	0
4	14.5271	8.22895	3.0804	0	0
5	14.7218	8.2017	4.62761	0	0
6	14.9166	8.17905	6.38587	0	0
7	15.1113	8.16098	8.31674	0	0
8	15.3061	8.14746	10.3842	0	0
9	15.5008	8.13845	12.5542	0	0
10	15.6956	8.13395	14.7949	0	0
11	15.8903	8.13395	17.0761	0	0
12	16.0851	8.13845	19.3694	0	0
13	16.2798	8.14746	21.6478	0	0
14	16.4746	8.16098	23.8857	0	0
15	16.6693	8.17905	26.059	0	0
16	16.8641	8.2017	28.1447	0	0
17	17.0588	8.22895	30.121	0	0
18	17.2536	8.26086	31.9672	0	0
19	17.4483	8.29747	33.6636	0	0
20	17.6431	8.33886	35.1915	0	0
21	17.833	8.38389	37.14	0	0
22	18.0229	8.43359	38.9269	0	0
23	18.2128	8.48807	40.5355	0	0
24	18.4027	8.54741	41.9497	0	0
25	18.5926	8.61173	43.1543	0	0
26	18.7825	8.68115	44.1352	0	0
27	18.9724	8.7558	44.8788	0	0
28	19.1623	8.83583	45.3726	0	0
29	19.3522	8.92142	45.6048	0	0
30	19.5422	9.01275	45.5645	0	0
31	19.7321	9.11003	45.2417	0	0
32	19.922	9.21351	44.6273	0	0
33	20.1119	9.32344	43.7132	0	0
34	20.3018	9.44012	42.4925	0	0
35	20.4917	9.5639	40.9591	0	0
36	20.6816	9.69515	39.1084	0	0
37	20.8715	9.83431	36.9373	0	0
38	21.0614	9.98189	34.444	0	0
39	21.2513	10.1385	31.6288	0	0
40	21.4412	10.3047	28.4942	0	0
41	21.6311	10.4814	25.1244	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	61 di 67

42	21.8211	10.6695	21.6251	0	0
43	22.011	10.8701	18.044	0	0
44	22.2009	11.0847	14.2809	0	0
45	22.3908	11.3148	8.41252	0	0
46	22.5807	11.5628	2.44352	0	0
47	22.7706	11.8312	-3.54766	0	0
48	22.9605	12.124	-9.46252	0	0
49	23.1504	12.4462	-15.1738	0	0
50	23.3403	12.8054	-20.5106	0	0
51	23.5302	13.2136	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
External Boundary	X	Y
	4.637	0
	29.16	0
	29.16	1.072
	29.16	8.33886
	29.16	13.2136
	27.5866	13.2136
	22.1867	13.2136
	21.4367	13.2136
	14.1283	8.33886
Material Boundary	X	Y
	14.1283	8.33886
	29.16	8.33886

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Water Table	X	Assigned to materials:
	4.637 1 29.16 1	
Distributed Load	X	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	22.1867 13.2136 27.5866 13.2136	



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	62 di 67

8.4 Rilevato H=5 m – NV13 - analisi stabilità sismica SLU

Slide Analysis Information

NI06_H5_sismica

Project Summary

File Name: NI06_H5_sismica.slmd
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.378s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 02/10/2017, 09:00:02

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 75

Check $\alpha < 0.2$: Yes

Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m³]: 9.81



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	63 di 67

Use negative pore pressure cutoff: Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle [°]: Not Defined
Lower Angle [°]: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Invalid Surfaces
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth [m]: 3.5
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.08
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.04

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 4
Orientation: Vertical

Materials

Property	Ril	bnc
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19.5



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	64 di 67

Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	29.3	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

	FS	1.117760
Center:	10.139, 16.331	
Radius:	8.688	
Left Slip Surface Endpoint:	6.734, 8.339	
Right Slip Surface Endpoint:	18.249, 13.214	
Resisting Moment:	2097.21 kN-m	
Driving Moment:	1876.27 kN-m	
Total Slice Area:	24.3773 m2	
Surface Horizontal Width:	11.5151 m	
Surface Average Height:	2.11699 m	

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	3620
Number of Invalid Surfaces:	1380

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11776

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.227054	0.20585	-22.2707	bnc	4	20.5	4.48375	5.01176	2.70607	0	2.70607	0.869829	0.869829
2	0.227054	0.601247	-20.6615	bnc	4	20.5	5.06799	5.6648	4.45271	0	4.45271	2.54157	2.54157
3	0.227054	0.964547	-19.0691	bnc	4	20.5	5.58874	6.24687	6.00953	0	6.00953	4.07764	4.07764
4	0.227054	1.29671	-17.4919	bnc	4	20.5	6.05006	6.76251	7.38867	0	7.38867	5.48204	5.48204
5	0.227054	1.59856	-15.9283	bnc	4	20.5	6.45546	7.21565	8.60065	0	8.60065	6.75832	6.75832
6	0.227054	1.87085	-14.3768	bnc	4	20.5	6.80802	7.60973	9.65469	0	9.65469	7.90963	7.90963
7	0.227054	2.11422	-12.8359	bnc	4	20.5	7.11044	7.94777	10.5588	0	10.5588	8.93865	8.93865
8	0.227054	2.33088	-11.3045	bnc	4	20.5	7.36757	8.23518	11.3275	0	11.3275	9.85473	9.85473
9	0.227054	2.90781	-9.78125	bnc	4	20.5	8.1615	9.1226	13.701	0	13.701	12.2941	12.2941
10	0.227054	3.7552	-8.26492	bnc	4	20.5	9.34329	10.4436	17.2341	0	17.2341	15.8769	15.8769
11	0.227054	4.57546	-6.75441	bnc	4	20.5	10.4639	11.6962	20.5844	0	20.5844	19.3451	19.3451
12	0.227054	5.36889	-5.24861	bnc	4	20.5	11.5257	12.883	23.7586	0	23.7586	22.6998	22.6998
13	0.227054	6.1357	-3.74643	bnc	4	20.5	12.5305	14.0061	26.7625	0	26.7625	25.942	25.942
14	0.227054	6.87606	-2.24683	bnc	4	20.5	13.48	15.0674	29.6012	0	29.6012	29.0724	29.0724
15	0.227054	7.59007	-0.748774	bnc	4	20.5	14.3758	16.0687	32.2792	0	32.2792	32.0913	32.0913
16	0.227054	8.27779	0.748774	bnc	4	20.5	15.2191	17.0113	34.8003	0	34.8003	34.9992	34.9992
17	0.227054	8.93922	2.24683	bnc	4	20.5	16.011	17.8964	37.1677	0	37.1677	37.7959	37.7959
18	0.227054	9.57431	3.74643	bnc	4	20.5	16.7524	18.7252	39.3843	0	39.3843	40.4812	40.4812
19	0.227054	10.1829	5.24861	bnc	4	20.5	17.4442	19.4984	41.4522	0	41.4522	43.0547	43.0547
20	0.227054	10.765	6.75441	bnc	4	20.5	18.0868	20.2167	43.3735	0	43.3735	45.5157	45.5157



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	65 di 67

21	0.227054	11.3201	8.26492	bnc	4	20.5	18.6808	20.8807	45.1497	0	45.1497	47.8633	47.8633
22	0.227054	11.8482	9.78125	bnc	4	20.5	19.2268	21.4909	46.7815	0	46.7815	50.0961	50.0961
23	0.227054	12.3488	11.3045	bnc	4	20.5	19.7245	22.0473	48.2699	0	48.2699	52.2129	52.2129
24	0.227054	12.8215	12.8359	bnc	4	20.5	20.1745	22.5502	49.6146	0	49.6146	54.2114	54.2114
25	0.227054	13.2658	14.3768	bnc	4	20.5	20.5763	22.9994	50.8162	0	50.8162	56.0904	56.0904
26	0.227054	13.6813	15.9283	bnc	4	20.5	20.9302	23.3949	51.8738	0	51.8738	57.8471	57.8471
27	0.227054	14.0671	17.4919	bnc	4	20.5	21.2354	23.7361	52.7867	0	52.7867	59.4789	59.4789
28	0.227054	14.4227	19.0691	bnc	4	20.5	21.4918	24.0227	53.553	0	53.553	60.9823	60.9823
29	0.227054	14.7471	20.6615	bnc	4	20.5	21.6988	24.254	54.1718	0	54.1718	62.3544	62.3544
30	0.227054	15.0395	22.2707	bnc	4	20.5	21.8554	24.4291	54.6401	0	54.6401	63.5906	63.5906
31	0.235173	15.8437	23.9282	Ril	0	29.3	26.5561	29.6834	52.8954	0	52.8954	64.6791	64.6791
32	0.235173	16.0706	25.6368	Ril	0	29.3	26.5424	29.668	52.8678	0	52.8678	65.6057	65.6057
33	0.235173	16.2567	27.3702	Ril	0	29.3	26.4455	29.5597	52.6747	0	52.6747	66.3653	66.3653
34	0.235173	16.3999	29.1312	Ril	0	29.3	26.264	29.3568	52.3132	0	52.3132	66.9503	66.9503
35	0.235173	16.4982	30.923	Ril	0	29.3	25.9959	29.0572	51.7792	0	51.7792	67.3516	67.3516
36	0.235173	16.5489	32.749	Ril	0	29.3	25.639	28.6582	51.0681	0	51.0681	67.559	67.559
37	0.235173	16.5493	34.6134	Ril	0	29.3	25.1902	28.1566	50.1744	0	50.1744	67.5606	67.5606
38	0.235173	16.4958	36.5206	Ril	0	29.3	24.6465	27.5489	49.0914	0	49.0914	67.3426	67.3426
39	0.235173	16.3845	38.4762	Ril	0	29.3	24.0038	26.8305	47.8113	0	47.8113	66.8885	66.8885
40	0.235173	16.191	40.4864	Ril	0	29.3	23.2293	25.9648	46.2685	0	46.2685	66.0987	66.0987
41	0.235173	15.4295	42.5589	Ril	0	29.3	21.6458	24.1948	43.1145	0	43.1145	62.9902	62.9902
42	0.235173	14.3743	44.7028	Ril	0	29.3	19.6823	22.0001	39.2036	0	39.2036	58.6828	58.6828
43	0.235173	13.2353	46.9295	Ril	0	29.3	17.7029	19.7876	35.2613	0	35.2613	54.1986	54.1986
44	0.235173	12.0017	49.2533	Ril	0	29.3	16.8113	18.791	33.485	0	33.485	52.9977	52.9977
45	0.235173	10.6597	51.6925	Ril	0	29.3	14.5867	16.3044	29.0543	0	29.0543	47.5192	47.5192
46	0.235173	9.19071	54.2717	Ril	0	29.3	12.2773	13.7231	24.4543	0	24.4543	41.5222	41.5222
47	0.235173	7.5694	57.0247	Ril	0	29.3	9.87886	11.0422	19.6769	0	19.6769	34.9034	34.9034
48	0.235173	5.75899	60.0007	Ril	0	29.3	7.38802	8.25803	14.7156	0	14.7156	27.5124	27.5124
49	0.235173	3.70251	63.2766	Ril	0	29.3	4.80551	5.37141	9.57175	0	9.57175	19.1167	19.1167
50	0.235173	1.30199	66.9851	Ril	0	29.3	2.14366	2.3961	4.2698	0	4.2698	9.3163	9.3163

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11776

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	6.73369	8.33886	0	0	0
2	6.96074	8.24588	1.25292	0	0
3	7.18779	8.16025	2.73646	0	0
4	7.41485	8.08177	4.39955	0	0
5	7.6419	8.01021	6.1978	0	0
6	7.86896	7.94541	8.09255	0	0
7	8.09601	7.88721	10.0501	0	0
8	8.32306	7.83548	12.0412	0	0
9	8.55012	7.79009	14.0413	0	0
10	8.77717	7.75095	16.1975	0	0
11	9.00422	7.71797	18.5863	0	0
12	9.23128	7.69107	21.1491	0	0
13	9.45833	7.67022	23.8313	0	0
14	9.68538	7.65535	26.5826	0	0
15	9.91244	7.64644	29.3561	0	0
16	10.1395	7.64347	32.1078	0	0
17	10.3665	7.64644	34.7969	0	0
18	10.5936	7.65535	37.385	0	0
19	10.8207	7.67022	39.8361	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	66 di 67

20	11.0477	7.69107	42.1165	0	0
21	11.2748	7.71797	44.1944	0	0
22	11.5018	7.75095	46.0401	0	0
23	11.7289	7.79009	47.6254	0	0
24	11.9559	7.83548	48.9238	0	0
25	12.183	7.88721	49.9107	0	0
26	12.41	7.94541	50.5626	0	0
27	12.6371	8.01021	50.8576	0	0
28	12.8641	8.08177	50.7753	0	0
29	13.0912	8.16025	50.2967	0	0
30	13.3182	8.24588	49.404	0	0
31	13.5453	8.33886	48.081	0	0
32	13.7805	8.44321	47.5373	0	0
33	14.0156	8.55608	46.5252	0	0
34	14.2508	8.67782	45.0292	0	0
35	14.486	8.80889	43.0357	0	0
36	14.7212	8.94976	40.5332	0	0
37	14.9563	9.10102	37.5124	0	0
38	15.1915	9.26334	33.9667	0	0
39	15.4267	9.43749	29.8924	0	0
40	15.6619	9.6244	25.2888	0	0
41	15.897	9.82516	20.166	0	0
42	16.1322	10.0411	14.7105	0	0
43	16.3674	10.2738	9.0635	0	0
44	16.6025	10.5254	3.29607	0	0
45	16.8377	10.7984	-2.85183	0	0
46	17.0729	11.0961	-8.92461	0	0
47	17.3081	11.423	-14.7684	0	0
48	17.5432	11.7855	-20.1838	0	0
49	17.7784	12.1928	-24.9018	0	0
50	18.0136	12.6599	-28.5393	0	0
51	18.2488	13.2136	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Sismica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	0
	22.9718	0
	22.9718	1
	22.9718	8.33886
	22.9718	13.2136
	21.9927	13.2136
	16.5928	13.2136
	15.8428	13.2136
	8.53441	8.33886
	0	8.33886
	0	1



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Rilevati stradali- Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 003	A	67 di 67

	X	Y
Material Boundary	8.53441	8.33886
	22.9718	8.33886

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario						
Water Table	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>22.9718</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	0	1	22.9718	1	Assigned to materials:
X	Y							
0	1							
22.9718	1							
Distributed Load	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.5928</td> <td>13.2136</td> </tr> <tr> <td>21.9927</td> <td>13.2136</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	16.5928	13.2136	21.9927	13.2136	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 4 kN/m ² Creates Excess Pore Pressure: No
X	Y							
16.5928	13.2136							
21.9927	13.2136							