

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

GEOTECNICA

TRINCEE STRADALI VIABILITA' DA NV09 A NV24

RELAZIONE DI STABILITÀ

SCALA:

-

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


RS3E 50 D 78 RH GE0006 005 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	12/2019	C.M. Danisi <i>[Signature]</i>	12/2019	F. Peracino <i>[Signature]</i>	12/2019	<i>[Signature]</i> Autorizzato Data

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Generale
UO Infrastruttura Sud
Prof. Ing. Paolo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10278

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.3	PROGRAMMI DI CALCOLO	4
3	CONDIZIONI GEOTECNICHE: STRATIGRAFIA E FALDA	5
3.1	DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE	5
3.2	SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	7
3.3	FALDA	10
4	ANALISI DI STABILITA' DELLE TRINCEE.....	11
4.1	PREMESSA	11
4.2	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	11
4.2.1	<i>Carichi</i>	12
4.2.2	<i>Azioni sismiche per analisi di stabilità scarpate</i>	12
4.3	SEZIONI DI CALCOLO.....	13
4.4	RISULTATI.....	14
5	PIANO DI POSA.....	17
6	APPENDICE A. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE.....	18
6.1	ANALISI STATICA – NV21 KM 0+200	18
6.2	ANALISI SISMICA – NV21 KM 0+200.....	23
6.3	ANALISI STATICA – NV19 KM 0+160	29
6.4	ANALISI SISMICA – NV19 KM 0+160.....	34


	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative alle trincee 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;
- Verifiche di stabilità delle scarpate delle trincee;
- Piani di posa.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

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 ÷ RS3E50D78F6GE0006015A - 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:

- “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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

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 geotecniche:

- **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 ripporto 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 argilloso, talvolta debolmente sabbiosi (**unità bbc**) e terreni incoerenti sabbioso ghiaiosi con locali trovanti (**unità bbi**).
- **Unità bn – Depositi alluvionali terrazzati:** si rinvencono 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 nerastrati. 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**).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

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
$\varphi' = 34 \div 39^\circ$	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
$\varphi' = 23 \div 25^\circ$	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
$\varphi' = 35 \div 38^\circ$	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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	9 di 39

$E_o = 200 \div 800$ MPa

modulo di deformazione elastico iniziale

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

$\gamma = 19.5 \div 21.0$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 5 \div 25$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 19 \div 25$ °

angolo di resistenza al taglio

$c_u = 74 \div 350$ kPa

resistenza al taglio in condizioni non drenate

$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 7 \cdot 10^{-7}$ m/s

coefficiente di permeabilità

$E_o = 200 \div 900$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Unità AAC – Argille marnose grigie di Catenanuova

$\gamma = 19.5 \div 20.5$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 5 \div 25$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 19 \div 24$ °

angolo di resistenza al taglio

$c_u = 100 \div 350$ kPa

resistenza al taglio in condizioni non drenate

$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 2 \cdot 10^{-7}$ m/s

coefficiente di permeabilità

$E_o = 200 \div 900$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

Unità FYN – Argille limosa, marnosa (Flysch Numidico)

$\gamma = 20.0 \div 21.0$ kN/m³

peso di volume naturale

$c' = 5 \div 20$ kPa

coesione drenata

$\varphi' = 20 \div 24$ °

angolo di resistenza al taglio

$c_u = 50 \div 350$ kPa


resistenza al taglio in condizioni non drenate

$k = 5 \cdot 10^{-9} \div 5 \cdot 10^{-5}$ m/s

coefficiente di permeabilità

$E_o = 300 \div 900$ MPa

Modulo di deformazione elastico iniziale

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

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.


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.

Le tabelle delle misure piezometriche sono riportate nella relazione geotecnica generale.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

4 ANALISI DI STABILITA' DELLE TRINCEE

4.1 Premessa

Nel presente capitolo si riportano le verifiche di stabilità globali delle trincee stradali in progetto. Le viabilità presentano pochi tratti in trincea e comunque con altezze inferiori a 4 m e scarpate con pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale).

4.2 Metodologie di calcolo

Le verifiche di stabilità per le scarpate definitive sono state svolte sia in condizioni statiche che sismiche in accordo a quanto previsto da normativa vigente.


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 tralasciate 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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

$\gamma_{\varphi'} = 1.25$ 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

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 .

4.2.1 Carichi

Per le trincee è stato cautelativamente utilizzato un sovraccarico accidentale a monte di 10 kPa.

In condizioni sismiche, ai carichi accidentali è stato applicato un coefficiente di combinazione pari a 0.2, come da § 2.3.3 delle Specifiche RFI.


4.2.2 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:

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

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

dove:

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

γ = peso specifico del volume considerato.

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

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

$$k_v = \pm k_h/2$$

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;

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:

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


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

4.3 Sezioni di calcolo

La verifica di stabilità è stata condotta per

- Viabilità NV21 al km 0+200: sezione di altezza circa 5.5 m e ferrovia a valle. La stratigrafia è costituita da alluvioni terrazzate incoerenti (unità bni) ed a seguire unità bnc e unità AAC;
- Viabilità NV19 al km 0+160: sezione di altezza circa 4.6 m terreno coesivo. Cautelativamente si considera terreno di fondazione (unità bbc) 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 figura 63 della relazione geotecnica generale D.1)

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Trincee stradali - Relazione di stabilità	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO GE0006 005	REV. A

Sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

Unità bbc – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argillosi)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	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

Unità bni – Depositi terrazzati ghiaioso sabbiosi

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio

Unità AAC – Argille marnose grigie di Catenanuova

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio

4.4 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 A.

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.

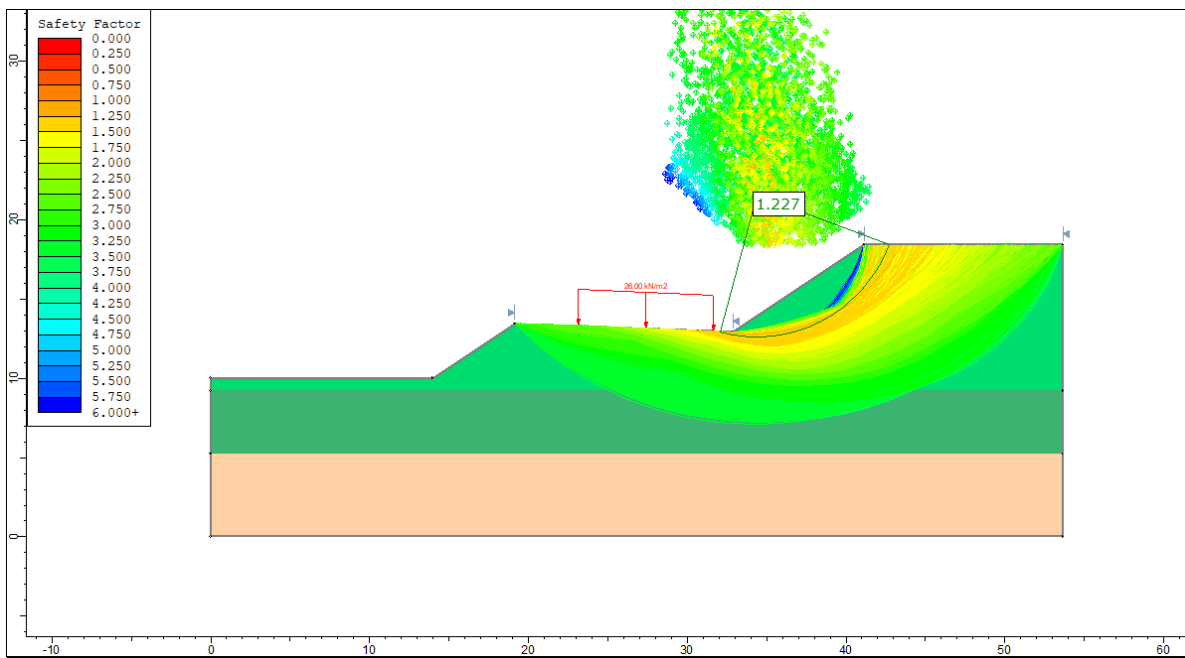


Figura 1. Analisi statica – NV21 km 0+200

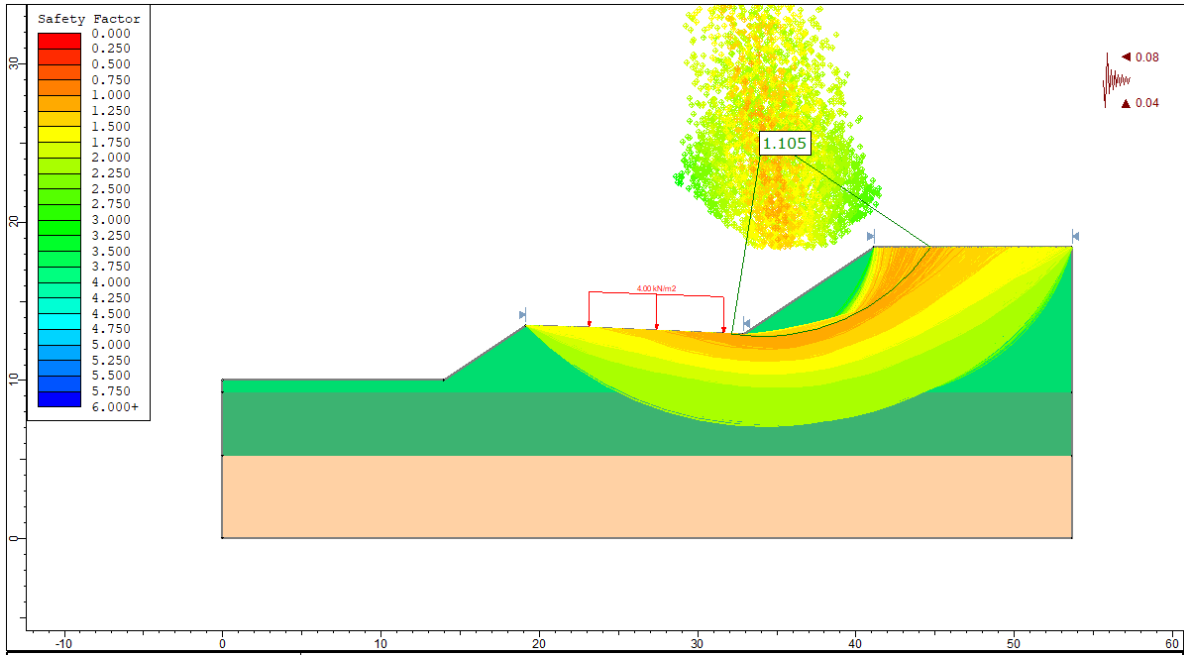


Figura 2. Analisi sismica – NV21 km 0+200

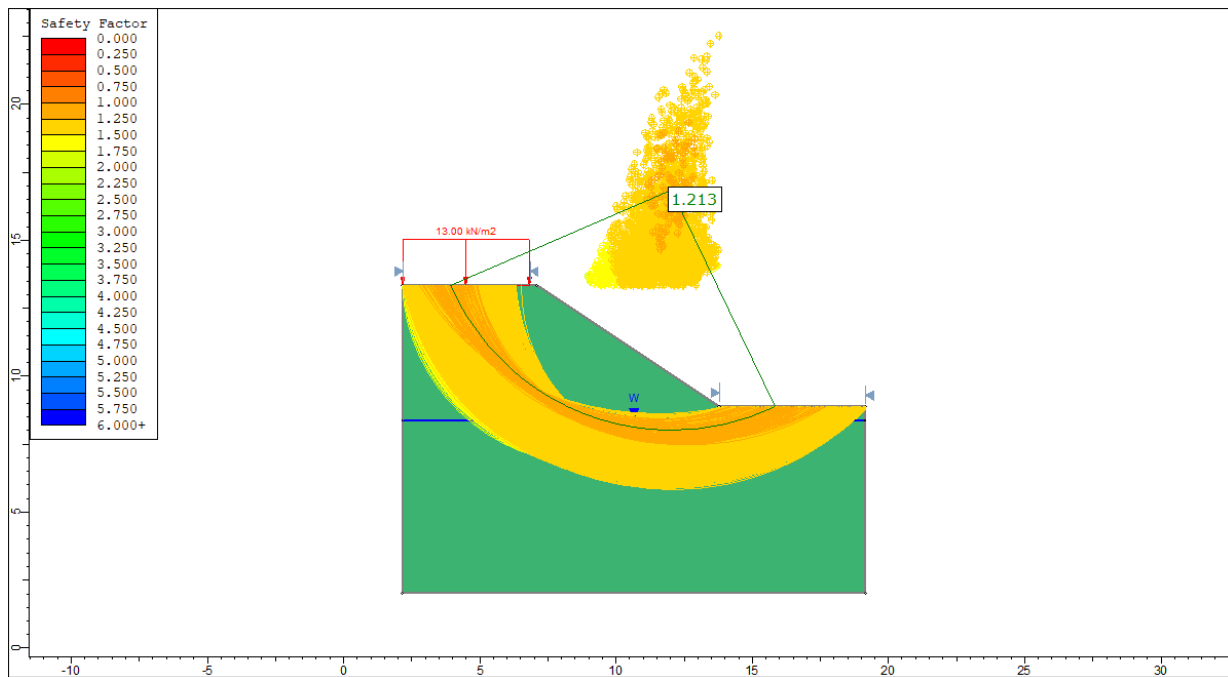


Figura 3. Analisi statica – NV19 km 0+160

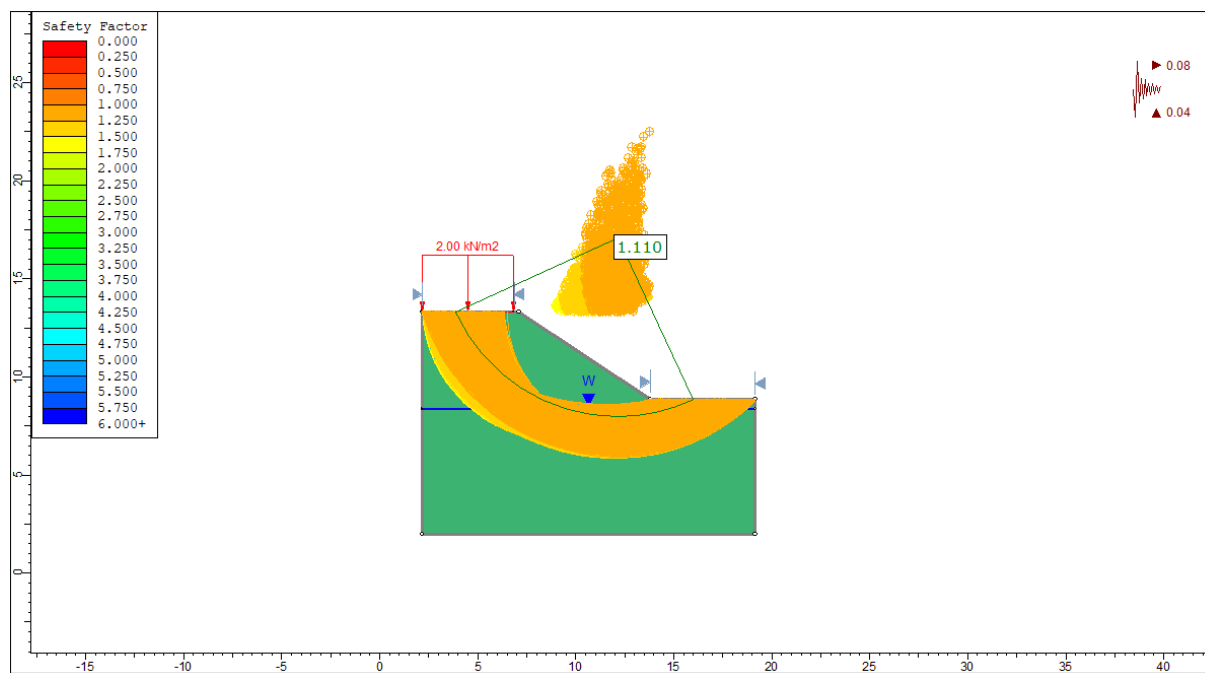


Figura 4. Analisi sismica – NV19 km 0+160

5 PIANO DI POSA

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

- Per le trincee stradali una bonifica di spessore 50cm da prevedere per le strade bianche (NV10-NV11- NV16) cioè dove non è previsto il pacchetto di strato supercompattato. Per le altre viabilità è da prevedere una eventuale bonifica qualora il terreno di fondazione non soddisfi i requisiti indicati negli elaborati progettuali (vedasi elaborati grafici delle sezioni tipo).



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	18 di 39

6 APPENDICE A. ANALISI DI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

6.1 Analisi statica – NV21 km 0+200

Slide Analysis Information

NI14_statica

Project Summary

File Name: NI14_statica.slmd
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.562s
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 $m_{\alpha} < 0.2$: Yes

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

Initial trial value of FS: 1

Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	19 di 39

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 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	bni	bnc	AAC
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	19.5	20.5



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	20 di 39

Cohesion [kPa]	0	4	4
Friction Angle [°]	29.3	20.5	19.6
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.227460
Center:	34.374, 21.573
Radius:	8.945
Left Slip Surface Endpoint:	32.067, 12.931
Right Slip Surface Endpoint:	42.735, 18.395
Resisting Moment:	1953.16 kN-m
Driving Moment:	1591.22 kN-m
Total Slice Area:	20.8844 m2
Surface Horizontal Width:	10.6675 m
Surface Average Height:	1.95777 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4310
 Number of Invalid Surfaces: 690

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.22746

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	0.213349	0.0933819	-14.238	bni	0	29.3	0.226327	0.277807	0.495047	0	0.495047	0.437617	0.437617
2	0.213349	0.268625	-12.8322	bni	0	29.3	0.642445	0.788575	1.40522	0	1.40522	1.25888	1.25888
3	0.213349	0.421017	-11.4341	bni	0	29.3	0.993979	1.22007	2.17413	0	2.17413	1.97309	1.97309
4	0.213349	0.556807	-10.043	bni	0	29.3	1.29814	1.59341	2.83942	0	2.83942	2.60952	2.60952
5	0.213349	1.06004	-8.65782	bni	0	29.3	2.44127	2.99656	5.33983	0	5.33983	4.9681	4.9681
6	0.213349	1.77629	-7.27773	bni	0	29.3	4.04207	4.96148	8.84123	0	8.84123	8.32502	8.32502
7	0.213349	2.47084	-5.90187	bni	0	29.3	5.557	6.82099	12.1549	0	12.1549	11.5804	11.5804
8	0.213349	3.14387	-4.52941	bni	0	29.3	6.98975	8.57964	15.2887	0	15.2887	14.735	14.735
9	0.213349	3.79552	-3.15956	bni	0	29.3	8.34365	10.2415	18.2501	0	18.2501	17.7895	17.7895
10	0.213349	4.42589	-1.79152	bni	0	29.3	9.62158	11.8101	21.0454	0	21.0454	20.7444	20.7444
11	0.213349	5.03505	-0.4245	bni	0	29.3	10.8262	13.2887	23.6801	0	23.6801	23.5999	23.5999
12	0.213349	5.62304	0.94228	bni	0	29.3	11.9597	14.6801	26.1596	0	26.1596	26.3563	26.3563
13	0.213349	6.18983	2.3096	bni	0	29.3	13.0243	15.9868	28.4881	0	28.4881	29.0134	29.0134
14	0.213349	6.7354	3.67823	bni	0	29.3	14.0216	17.211	30.6696	0	30.6696	31.571	31.571
15	0.213349	7.25965	5.04897	bni	0	29.3	14.9534	18.3547	32.7077	0	32.7077	34.0288	34.0288
16	0.213349	7.76248	6.42262	bni	0	29.3	15.821	19.4196	34.6054	0	34.6054	36.3863	36.3863



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	21 di 39

17	0.213349	8.24372	7.79999	bni	0	29.3	16.6256	20.4072	36.3652	0	36.3652	38.6426	38.6426
18	0.213349	8.70319	9.18191	bni	0	29.3	17.3681	21.3187	37.9895	0	37.9895	40.7969	40.7969
19	0.213349	9.14064	10.5692	bni	0	29.3	18.0497	22.1553	39.4802	0	39.4802	42.8481	42.8481
20	0.213349	9.55579	11.9629	bni	0	29.3	18.6708	22.9177	40.8388	0	40.8388	44.7948	44.7948
21	0.213349	9.94832	13.3637	bni	0	29.3	19.2322	23.6067	42.0666	0	42.0666	46.6355	46.6355
22	0.213349	10.3179	14.7728	bni	0	29.3	19.734	24.2227	43.1644	0	43.1644	48.3684	48.3684
23	0.213349	10.664	16.191	bni	0	29.3	20.1769	24.7663	44.133	0	44.133	49.9915	49.9915
24	0.213349	10.9861	17.6196	bni	0	29.3	20.5607	25.2374	44.9724	0	44.9724	51.5023	51.5023
25	0.213349	11.2839	19.0595	bni	0	29.3	20.8856	25.6362	45.6833	0	45.6833	52.8991	52.8991
26	0.213349	11.5565	20.5121	bni	0	29.3	21.1513	25.9624	46.2646	0	46.2646	54.1779	54.1779
27	0.213349	11.8033	21.9786	bni	0	29.3	21.3577	26.2157	46.7158	0	46.7158	55.3356	55.3356
28	0.213349	12.0236	23.4604	bni	0	29.3	21.5042	26.3956	47.0364	0	47.0364	56.3691	56.3691
29	0.213349	12.2164	24.959	bni	0	29.3	21.5904	26.5014	47.225	0	47.225	57.274	57.274
30	0.213349	12.3808	26.4761	bni	0	29.3	21.6154	26.5321	47.2794	0	47.2794	58.0452	58.0452
31	0.213349	12.5157	28.0136	bni	0	29.3	21.5783	26.4865	47.1983	0	47.1983	58.6782	58.6782
32	0.213349	12.6197	29.5733	bni	0	29.3	21.478	26.3634	46.9792	0	46.9792	59.1671	59.1671
33	0.213349	12.6916	31.1575	bni	0	29.3	21.3132	26.1611	46.6185	0	46.6185	59.5046	59.5046
34	0.213349	12.7296	32.7687	bni	0	29.3	21.0822	25.8776	46.1134	0	46.1134	59.6837	59.6837
35	0.213349	12.7319	34.4097	bni	0	29.3	20.7834	25.5108	45.4599	0	45.4599	59.6957	59.6957
36	0.213349	12.6965	36.0835	bni	0	29.3	20.4145	25.058	44.6529	0	44.6529	59.5304	59.5304
37	0.213349	12.6209	37.7938	bni	0	29.3	19.9732	24.5163	43.6877	0	43.6877	59.177	59.177
38	0.213349	12.5023	39.5447	bni	0	29.3	19.4566	23.8822	42.5577	0	42.5577	58.622	58.622
39	0.213349	12.3374	41.341	bni	0	29.3	18.8614	23.1516	41.2555	0	41.2555	57.8495	57.8495
40	0.213349	12.1223	43.1884	bni	0	29.3	18.1838	22.3199	39.7734	0	39.7734	56.8423	56.8423
41	0.213349	11.8525	45.0937	bni	0	29.3	17.4194	21.3816	38.1016	0	38.1016	55.578	55.578
42	0.213349	11.5222	47.0649	bni	0	29.3	16.5631	20.3305	36.2284	0	36.2284	54.0305	54.0305
43	0.213349	11.055	49.112	bni	0	29.3	15.5108	19.0389	33.927	0	33.927	51.8408	51.8408
44	0.213349	10.068	51.2477	bni	0	29.3	13.7521	16.8801	30.08	0	30.08	47.2133	47.2133
45	0.213349	8.91558	53.4879	bni	0	29.3	11.817	14.5049	25.8475	0	25.8475	41.8102	41.8102
46	0.213349	7.66173	55.8539	bni	0	29.3	9.81262	12.0446	21.4632	0	21.4632	35.9313	35.9313
47	0.213349	6.2867	58.3746	bni	0	29.3	7.73613	9.49579	16.9213	0	16.9213	29.4837	29.4837
48	0.213349	4.76237	61.0916	bni	0	29.3	5.58646	6.85716	12.2193	0	12.2193	22.3357	22.3357
49	0.213349	3.04603	64.068	bni	0	29.3	3.36646	4.1322	7.36348	0	7.36348	14.2866	14.2866
50	0.213349	1.06668	67.4099	bni	0	29.3	1.08984	1.33773	2.38381	0	2.38381	5.00325	5.00325

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.22746

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	32.0674	12.9308	0	0	0
2	32.2807	12.8766	0.0750211	0	0
3	32.4941	12.828	0.280191	0	0
4	32.7074	12.7849	0.585784	0	0
5	32.9208	12.7471	0.969651	0	0
6	33.1341	12.7146	1.66326	0	0
7	33.3475	12.6874	2.76536	0	0
8	33.5608	12.6653	4.2174	0	0
9	33.7742	12.6484	5.96503	0	0
10	33.9875	12.6366	7.95766	0	0
11	34.2009	12.63	10.1481	0	0
12	34.4142	12.6284	12.4921	0	0
13	34.6276	12.6319	14.9485	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	22 di 39

14	34.8409	12.6405	17.4783	0	0
15	35.0543	12.6542	20.0451	0	0
16	35.2676	12.6731	22.6146	0	0
17	35.481	12.6971	25.1543	0	0
18	35.6943	12.7263	27.6338	0	0
19	35.9077	12.7608	30.0241	0	0
20	36.121	12.8006	32.2981	0	0
21	36.3344	12.8458	34.43	0	0
22	36.5477	12.8965	36.3955	0	0
23	36.7611	12.9527	38.1716	0	0
24	36.9744	13.0147	39.7365	0	0
25	37.1878	13.0825	41.0699	0	0
26	37.4011	13.1562	42.1525	0	0
27	37.6145	13.236	42.9662	0	0
28	37.8278	13.3221	43.4942	0	0
29	38.0412	13.4147	43.7207	0	0
30	38.2545	13.514	43.6313	0	0
31	38.4679	13.6202	43.2127	0	0
32	38.6812	13.7337	42.453	0	0
33	38.8946	13.8548	41.3414	0	0
34	39.1079	13.9838	39.869	0	0
35	39.3213	14.1211	38.028	0	0
36	39.5346	14.2673	35.8128	0	0
37	39.748	14.4228	33.2196	0	0
38	39.9613	14.5882	30.2468	0	0
39	40.1747	14.7644	26.8957	0	0
40	40.388	14.9521	23.1705	0	0
41	40.6014	15.1523	19.0794	0	0
42	40.8147	15.3664	14.6352	0	0
43	41.0281	15.5957	9.85659	0	0
44	41.2414	15.8421	4.80166	0	0
45	41.4548	16.1079	-0.263772	0	0
46	41.6681	16.3961	-5.19523	0	0
47	41.8815	16.7107	-9.85624	0	0
48	42.0948	17.0571	-14.0704	0	0
49	42.3082	17.4435	-17.601	0	0
50	42.5215	17.8822	-20.1145	0	0
51	42.7349	18.395	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	41.1379	18.395
	32.8916	12.8951
	31.6521	12.9488
	23.1521	13.3171
	19.153	13.4371



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	23 di 39

	14	10
	0	10
	0	9.20694
	0	5.20694
	0	0
	53.6581	0
	53.6581	5.20694
	53.6581	9.20694
	53.6581	18.395
Material Boundary	X	Y
	0	9.20694
Material Boundary	X	Y
	53.6581	9.20694

Scenario-based Entities

Type	Coordinates		Master Scenario
Distributed Load	X	Y	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	23.1521	13.3171	
	31.6521	12.9488	

6.2 Analisi sismica – NV21 km 0+200

Slide Analysis Information

NI14_sismica

Project Summary

File Name: NI14_sismica.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.506s
 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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	24 di 39

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

Lower Angle [°]: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Invalid Surfaces

Minimum Elevation: Not Defined

Minimum Area: Not Defined

Minimum Weight: Not Defined



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	25 di 39

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	bni	bnc	AAC
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19.5	19.5	20.5
Cohesion [kPa]	0	4	4
Friction Angle [°]	29.3	20.5	19.6
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.104610
Center:	34.121, 25.563
Radius:	12.789
Left Slip Surface Endpoint:	32.149, 12.927
Right Slip Surface Endpoint:	44.712, 18.395
Resisting Moment:	3212.86 kN-m
Driving Moment:	2908.59 kN-m
Total Slice Area:	26.0646 m2
Surface Horizontal Width:	12.5628 m
Surface Average Height:	2.07476 m

Valid/Invalid Surfaces



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	26 di 39

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4119
 Number of Invalid Surfaces: 881

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10461

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	0.251255	0.0631291	-8.30056	bni	0	29.3	0.132345	0.14619	0.260508	0	0.260508	0.2412	0.2412
2	0.251255	0.176957	-7.16447	bni	0	29.3	0.366913	0.405296	0.72223	0	0.72223	0.67611	0.67611
3	0.251255	0.266918	-6.03121	bni	0	29.3	0.54749	0.604763	1.07767	0	1.07767	1.01983	1.01983
4	0.251255	0.807344	-4.90031	bni	0	29.3	1.63847	1.80987	3.22515	0	3.22515	3.08468	3.08468
5	0.251255	1.72173	-3.77132	bni	0	29.3	3.45778	3.8195	6.80627	0	6.80627	6.57834	6.57834
6	0.251255	2.61176	-2.6438	bni	0	29.3	5.19141	5.73448	10.2187	0	10.2187	9.979	9.979
7	0.251255	3.47753	-1.5173	bni	0	29.3	6.84223	7.558	13.4682	0	13.4682	13.287	13.287
8	0.251255	4.31908	-0.391389	bni	0	29.3	8.41289	9.29296	16.5599	0	16.5599	16.5024	16.5024
9	0.251255	5.13643	0.734371	bni	0	29.3	9.90576	10.942	19.4984	0	19.4984	19.6254	19.6254
10	0.251255	5.92959	1.86041	bni	0	29.3	11.3231	12.5076	22.2882	0	22.2882	22.656	22.656
11	0.251255	6.69852	2.98718	bni	0	29.3	12.6667	13.9918	24.933	0	24.933	25.594	25.594
12	0.251255	7.44315	4.1151	bni	0	29.3	13.9385	15.3966	27.4364	0	27.4364	28.4392	28.4392
13	0.251255	8.16341	5.24462	bni	0	29.3	15.1401	16.7239	29.8016	0	29.8016	31.1913	31.1913
14	0.251255	8.85917	6.37619	bni	0	29.3	16.2729	17.9752	32.0313	0	32.0313	33.8498	33.8498
15	0.251255	9.53028	7.51027	bni	0	29.3	17.3382	19.1519	34.1284	0	34.1284	36.4141	36.4141
16	0.251255	10.1766	8.64731	bni	0	29.3	18.3372	20.2555	36.0949	0	36.0949	38.8836	38.8836
17	0.251255	10.7978	9.7878	bni	0	29.3	19.2711	21.287	37.933	0	37.933	41.2575	41.2575
18	0.251255	11.3938	10.9322	bni	0	29.3	20.1406	22.2475	39.6445	0	39.6445	43.5348	43.5348
19	0.251255	11.9642	12.0811	bni	0	29.3	20.9466	23.1378	41.2309	0	41.2309	45.7142	45.7142
20	0.251255	12.5087	13.2349	bni	0	29.3	21.6897	23.9587	42.6937	0	42.6937	47.7949	47.7949
21	0.251255	13.0271	14.3942	bni	0	29.3	22.3707	24.7109	44.0343	0	44.0343	49.7757	49.7757
22	0.251255	13.5187	15.5595	bni	0	29.3	22.9898	25.3948	45.2531	0	45.2531	51.6544	51.6544
23	0.251255	13.9834	16.7315	bni	0	29.3	23.5477	26.011	46.3512	0	46.3512	53.4299	53.4299
24	0.251255	14.4204	17.9108	bni	0	29.3	24.0445	26.5598	47.329	0	47.329	55.1001	55.1001
25	0.251255	14.8294	19.0979	bni	0	29.3	24.4803	27.0412	48.187	0	48.187	56.663	56.663
26	0.251255	15.2098	20.2937	bni	0	29.3	24.8554	27.4555	48.925	0	48.925	58.1162	58.1162
27	0.251255	15.5608	21.4987	bni	0	29.3	25.1696	27.8026	49.5436	0	49.5436	59.4575	59.4575
28	0.251255	15.8817	22.7138	bni	0	29.3	25.4229	28.0824	50.0423	0	50.0423	60.6842	60.6842
29	0.251255	16.1718	23.9398	bni	0	29.3	25.615	28.2946	50.4204	0	50.4204	61.7927	61.7927
30	0.251255	16.4303	25.1776	bni	0	29.3	25.7457	28.439	50.6775	0	50.6775	62.7803	62.7803
31	0.251255	16.656	26.4281	bni	0	29.3	25.8145	28.515	50.8131	0	50.8131	63.6433	63.6433
32	0.251255	16.8481	27.6923	bni	0	29.3	25.8209	28.522	50.8254	0	50.8254	64.3772	64.3772
33	0.251255	17.0053	28.9713	bni	0	29.3	25.7641	28.4593	50.7138	0	50.7138	64.9783	64.9783
34	0.251255	17.1264	30.2664	bni	0	29.3	25.6435	28.3261	50.4764	0	50.4764	65.4411	65.4411
35	0.251255	17.2099	31.5787	bni	0	29.3	25.458	28.1212	50.1113	0	50.1113	65.7602	65.7602
36	0.251255	17.2335	32.9099	bni	0	29.3	25.1764	27.8101	49.557	0	49.557	65.8504	65.8504
37	0.251255	16.6624	34.2613	bni	0	29.3	24.0299	26.5437	47.3003	0	47.3003	63.6686	63.6686
38	0.251255	15.8019	35.6349	bni	0	29.3	22.4862	24.8385	44.2617	0	44.2617	60.3809	60.3809
39	0.251255	14.8963	37.0325	bni	0	29.3	20.9049	23.0918	41.1492	0	41.1492	56.9208	56.9208
40	0.251255	13.9432	38.4563	bni	0	29.3	19.2857	21.3032	37.9618	0	37.9618	53.2784	53.2784
41	0.251255	12.9395	39.9089	bni	0	29.3	17.6283	19.4724	34.6994	0	34.6994	49.4436	49.4436
42	0.251255	11.8822	41.3929	bni	0	29.3	15.9322	17.5989	31.3608	0	31.3608	45.4035	45.4035
43	0.251255	10.7675	42.9117	bni	0	29.3	14.1973	15.6825	27.9459	0	27.9459	41.1443	41.1443
44	0.251255	9.59108	44.469	bni	0	29.3	12.4234	13.723	24.454	0	24.454	36.6492	36.6492



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	27 di 39

45	0.251255	8.34796	46.069	bni	0	29.3	10.6104	11.7203	20.8853	0	20.8853	31.8991	31.8991
46	0.251255	7.03221	47.7169	bni	0	29.3	8.75856	9.67479	17.2403	0	17.2403	26.8715	26.8715
47	0.251255	5.63677	49.4187	bni	0	29.3	6.86866	7.58719	13.5202	0	13.5202	21.5393	21.5393
48	0.251255	4.15313	51.1819	bni	0	29.3	4.94189	5.45886	9.72757	0	9.72757	15.8701	15.8701
49	0.251255	2.57082	53.0154	bni	0	29.3	2.98035	3.29212	5.86647	0	5.86647	9.82374	9.82374
50	0.251255	0.876778	54.9307	bni	0	29.3	0.98748	1.09078	1.94375	0	1.94375	3.3504	3.3504

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10461

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	32.1493	12.9272	0	0	0
2	32.4005	12.8906	0.0377422	0	0
3	32.6518	12.859	0.138559	0	0
4	32.903	12.8324	0.283335	0	0
5	33.1543	12.8109	0.699781	0	0
6	33.4055	12.7943	1.54331	0	0
7	33.6568	12.7827	2.75693	0	0
8	33.908	12.7761	4.28702	0	0
9	34.1593	12.7744	6.08311	0	0
10	34.4105	12.7776	8.09758	0	0
11	34.6618	12.7857	10.2855	0	0
12	34.9131	12.7989	12.6044	0	0
13	35.1643	12.8169	15.0141	0	0
14	35.4156	12.84	17.4767	0	0
15	35.6668	12.8681	19.9561	0	0
16	35.9181	12.9012	22.4183	0	0
17	36.1693	12.9394	24.831	0	0
18	36.4206	12.9827	27.1636	0	0
19	36.6718	13.0313	29.3871	0	0
20	36.9231	13.0851	31.4741	0	0
21	37.1744	13.1441	33.3986	0	0
22	37.4256	13.2086	35.1361	0	0
23	37.6769	13.2786	36.6634	0	0
24	37.9281	13.3541	37.9586	0	0
25	38.1794	13.4353	39.0012	0	0
26	38.4306	13.5223	39.7719	0	0
27	38.6819	13.6152	40.2528	0	0
28	38.9331	13.7142	40.4271	0	0
29	39.1844	13.8194	40.2792	0	0
30	39.4356	13.9309	39.7952	0	0
31	39.6869	14.049	38.9621	0	0
32	39.9382	14.1739	37.7684	0	0
33	40.1894	14.3058	36.2041	0	0
34	40.4407	14.4449	34.2605	0	0
35	40.6919	14.5915	31.9306	0	0
36	40.9432	14.746	29.209	0	0
37	41.1944	14.9086	26.096	0	0
38	41.4457	15.0797	22.7037	0	0
39	41.6969	15.2598	19.1157	0	0
40	41.9482	15.4494	15.3748	0	0
41	42.1995	15.6489	11.5286	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	28 di 39

42	42.4507	15.8591	7.62934	0	0
43	42.702	16.0805	3.73563	0	0
44	42.9532	16.3141	-0.0871254	0	0
45	43.2045	16.5607	-3.7652	0	0
46	43.4557	16.8216	-7.21498	0	0
47	43.707	17.0978	-10.3408	0	0
48	43.9582	17.3912	-13.0325	0	0
49	44.2095	17.7035	-15.1613	0	0
50	44.4608	18.0371	-16.5755	0	0
51	44.712	18.395	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	41.1379	18.395
	32.8916	12.8951
	31.6521	12.9488
	23.1521	13.3171
	19.153	13.4371
	14	10
	0	10
	0	9.20694
	0	5.20694
	0	0
	53.6581	0
	53.6581	5.20694
	53.6581	9.20694
53.6581	18.395	
Material Boundary	0	9.20694
	53.6581	9.20694
Material Boundary	0	5.20694
	53.6581	5.20694

Scenario-based Entities

Type	Coordinates		Master Scenario
	X	Y	
Distributed Load	23.1521	13.3171	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	31.6521	12.9488	



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	29 di 39

6.3 Analisi statica – NV19 km 0+160

Slide Analysis Information

NI12_Trincea_statica

Project Summary

File Name: NI12_Trincea_statica.slmd
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.272s
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: Left to Right

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	30 di 39

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 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]: 13
Orientation: Vertical

Materials

Property	bbc
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19.5
Cohesion [kPa]	4



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	31 di 39

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

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.213450
Center:	12.026, 16.832
Radius:	8.824
Left Slip Surface Endpoint:	3.930, 13.323
Right Slip Surface Endpoint:	15.820, 8.865
Resisting Moment:	2257.85 kN-m
Driving Moment:	1860.69 kN-m
Total Slice Area:	26.1887 m ²
Surface Horizontal Width:	11.8903 m
Surface Average Height:	2.20252 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2387
 Number of Invalid Surfaces: 2613

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21345

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	0.243985	1.22852	-64.7121	bbc	4	20.5	5.35961	6.50362	6.69624	0	6.69624	18.0408	18.0408
2	0.243985	3.51334	-61.2125	bbc	4	20.5	7.52253	9.12822	13.716	0	13.716	27.4066	27.4066
3	0.243985	5.50099	-58.0697	bbc	4	20.5	9.53621	11.5717	20.2515	0	20.2515	35.554	35.554
4	0.243985	7.26695	-55.1844	bbc	4	20.5	11.4212	13.859	26.3692	0	26.3692	42.7925	42.7925
5	0.243985	8.85784	-52.4958	bbc	4	20.5	13.1936	16.0098	32.1218	0	32.1218	49.3134	49.3134
6	0.243985	10.3049	-49.9633	bbc	4	20.5	14.8664	18.0396	37.5506	0	37.5506	55.2446	55.2446
7	0.243985	11.6304	-47.558	bbc	4	20.5	16.4496	19.9608	42.6893	0	42.6893	60.6775	60.6775
8	0.243985	12.8508	-45.2589	bbc	4	20.5	17.9518	21.7836	47.5645	0	47.5645	65.6792	65.6792
9	0.243985	13.9786	-43.0496	bbc	4	20.5	19.3797	23.5163	52.1987	0	52.1987	70.3019	70.3019
10	0.243985	15.0238	-40.9173	bbc	4	20.5	20.739	25.1657	56.6102	0	56.6102	74.5859	74.5859
11	0.243985	15.9944	-38.8519	bbc	4	20.5	22.0344	26.7377	60.8146	0	60.8146	78.5637	78.5637
12	0.243985	16.8969	-36.845	bbc	4	20.5	22.7968	27.6628	63.2893	0	63.2893	80.3714	80.3714
13	0.243985	17.7365	-34.8894	bbc	4	20.5	21.1524	25.6674	57.9522	0	57.9522	72.7025	72.7025
14	0.243985	18.1542	-32.9795	bbc	4	20.5	21.855	26.52	60.2323	0	60.2323	74.414	74.414
15	0.243985	18.1076	-31.11	bbc	4	20.5	22.0632	26.7726	60.9079	0	60.9079	74.2225	74.2225
16	0.243985	18.0094	-29.2767	bbc	4	20.5	22.2056	26.9454	61.3704	0	61.3704	73.8198	73.8198
17	0.243985	17.8627	-27.4758	bbc	4	20.5	22.2854	27.0422	61.6291	0	61.6291	73.2182	73.2182
18	0.243985	17.6701	-25.7039	bbc	4	20.5	22.3047	27.0656	61.6917	0	61.6917	72.4281	72.4281
19	0.243985	17.4335	-23.958	bbc	4	20.5	22.2654	27.018	61.5644	0	61.5644	71.458	71.458



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 RH GE0006 005 A 32 di 39

20	0.243985	17.1548	-22.2355	bbc	4	20.5	22.1694	26.9014	61.2526	0	61.2526	70.3157	70.3157
21	0.243985	16.8356	-20.5339	bbc	4	20.5	22.0176	26.7173	60.7601	0	60.7601	69.007	69.007
22	0.243985	16.4773	-18.851	bbc	4	20.5	21.8114	26.4671	60.0912	0	60.0912	67.5381	67.5381
23	0.243985	16.0811	-17.1849	bbc	4	20.5	21.5519	26.1521	59.2484	0	59.2484	65.9136	65.9136
24	0.236663	15.1853	-15.5582	bbc	4	20.5	21.1532	25.6684	58.278	0.323169	57.9548	64.1674	63.8442
25	0.236663	14.7451	-13.9689	bbc	4	20.5	20.6252	25.0277	57.1761	0.935123	56.241	62.3066	61.3715
26	0.236663	14.2728	-12.3905	bbc	4	20.5	20.0653	24.3482	55.9028	1.4789	54.4239	60.3109	58.832
27	0.236663	13.7691	-10.8216	bbc	4	20.5	19.4736	23.6303	54.4596	1.95582	52.5038	58.182	56.2262
28	0.236663	13.2344	-9.26085	bbc	4	20.5	18.8506	22.8743	52.8488	2.36699	50.4818	55.9225	53.5555
29	0.236663	12.6692	-7.70703	bbc	4	20.5	18.1964	22.0804	51.0715	2.71337	48.3582	53.5341	50.8207
30	0.236663	12.0739	-6.1589	bbc	4	20.5	17.5108	21.2485	49.129	2.99573	46.1333	51.0186	48.0229
31	0.236663	11.4488	-4.61527	bbc	4	20.5	16.7939	20.3786	47.021	3.2147	43.8063	48.3767	45.162
32	0.236663	10.7941	-3.075	bbc	4	20.5	16.0455	19.4704	44.7482	3.37077	41.3775	45.6102	42.2394
33	0.236663	10.11	-1.53694	bbc	4	20.5	15.2653	18.5237	42.3096	3.46428	38.8453	42.7192	39.2549
34	0.236663	9.39657	-2.15027e-12	bbc	4	20.5	14.453	17.538	39.7045	3.49542	36.2091	39.7045	36.2091
35	0.236663	8.65381	1.53694	bbc	4	20.5	13.6081	16.5127	36.931	3.46428	33.4667	36.5658	33.1016
36	0.236663	7.88171	3.075	bbc	4	20.5	12.7298	15.447	33.9871	3.37077	30.6163	33.3032	29.9325
37	0.236663	7.08018	4.61527	bbc	4	20.5	11.8175	14.34	30.8703	3.2147	27.6556	29.9163	26.7016
38	0.236663	6.24906	6.1589	bbc	4	20.5	10.8704	13.1907	27.5774	2.99573	24.5817	26.4044	23.4087
39	0.236663	5.38813	7.70703	bbc	4	20.5	9.88737	11.9978	24.1045	2.71337	21.3912	22.7665	20.0531
40	0.236663	4.49707	9.26085	bbc	4	20.5	8.8672	10.7599	20.4472	2.36699	18.0802	19.0013	16.6344
41	0.236663	3.57571	10.8216	bbc	4	20.5	7.80876	9.47554	16.6008	1.95582	14.645	15.1082	13.1524
42	0.236663	3.00319	12.3905	bbc	4	20.5	7.24052	8.78601	14.2796	1.4789	12.8007	12.689	11.2101
43	0.236663	2.74738	13.9689	bbc	4	20.5	7.13147	8.65368	13.382	0.935123	12.4468	11.608	10.6729
44	0.236663	2.4595	15.5582	bbc	4	20.5	6.99902	8.49296	12.3401	0.323169	12.017	10.3915	10.0683
45	0.218127	1.98405	17.0967	bbc	4	20.5	6.73714	8.17518	11.167	0	11.167	9.09486	9.09486
46	0.218127	1.68539	18.5847	bbc	4	20.5	6.33287	7.68462	9.85494	0	9.85494	7.72558	7.72558
47	0.218127	1.35978	20.0858	bbc	4	20.5	5.87923	7.13415	8.38263	0	8.38263	6.23279	6.23279
48	0.218127	1.00646	21.6015	bbc	4	20.5	5.37329	6.52022	6.74064	0	6.74064	4.61304	4.61304
49	0.218127	0.624586	23.1332	bbc	4	20.5	4.81173	5.83879	4.91806	0	4.91806	2.86239	2.86239
50	0.218127	0.213199	24.6826	bbc	4	20.5	4.19067	5.08517	2.90242	0	2.90242	0.976468	0.976468

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21345

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	3.92965	13.323	0	0	0
2	4.17364	12.8066	2.15116	0	0
3	4.41762	12.3625	6.40709	0	0
4	4.66161	11.971	12.0103	0	0
5	4.90559	11.6202	18.4765	0	0
6	5.14958	11.3023	25.4711	0	0
7	5.39356	11.0119	32.7501	0	0
8	5.63754	10.7451	40.1283	0	0
9	5.88153	10.4989	47.4608	0	0
10	6.12551	10.2709	54.6316	0	0
11	6.3695	10.0595	61.5458	0	0
12	6.61348	9.86293	68.1244	0	0
13	6.85747	9.68011	74.1358	0	0
14	7.10145	9.50997	78.8373	0	0
15	7.34544	9.35165	83.0437	0	0
16	7.58942	9.20441	86.6313	0	0
17	7.8334	9.06762	89.6108	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	33 di 39

18	8.07739	8.94074	91.9957	0	0
19	8.32137	8.8233	93.8016	0	0
20	8.56536	8.71489	95.0463	0	0
21	8.80934	8.61514	95.7496	0	0
22	9.05333	8.52376	95.9329	0	0
23	9.29731	8.44046	95.6195	0	0
24	9.5413	8.365	94.8344	0	0
25	9.77796	8.29911	93.6707	0	0
26	10.0146	8.24024	92.1578	0	0
27	10.2513	8.18825	90.318	0	0
28	10.4879	8.14301	88.1752	0	0
29	10.7246	8.10442	85.7555	0	0
30	10.9613	8.07239	83.0869	0	0
31	11.1979	8.04685	80.1994	0	0
32	11.4346	8.02775	77.1252	0	0
33	11.6713	8.01503	73.8986	0	0
34	11.9079	8.00868	70.5563	0	0
35	12.1446	8.00868	67.1375	0	0
36	12.3812	8.01503	63.6841	0	0
37	12.6179	8.02775	60.2408	0	0
38	12.8546	8.04685	56.8556	0	0
39	13.0912	8.07239	53.58	0	0
40	13.3279	8.10442	50.4691	0	0
41	13.5646	8.14301	47.5826	0	0
42	13.8012	8.18825	44.9845	0	0
43	14.0379	8.24024	42.5293	0	0
44	14.2745	8.29911	40.0546	0	0
45	14.5112	8.365	37.5859	0	0
46	14.7293	8.43209	35.3678	0	0
47	14.9475	8.50543	33.2644	0	0
48	15.1656	8.5852	31.314	0	0
49	15.3837	8.67156	29.5603	0	0
50	15.6018	8.76475	28.0529	0	0
51	15.82	8.865	0	0	0

Entity Information

Group: Analisi Sismica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	19.1645	2
	19.1645	8.865
	13.796	8.865
	7.1089	13.323
	2.167	13.323
	2.167	2


Scenario-based Entities



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	34 di 39

Type	Coordinates	Master Scenario						
Water Table	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.167</td> <td>8.365</td> </tr> <tr> <td>19.1645</td> <td>8.365</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	2.167	8.365	19.1645	8.365	Assigned to materials:  Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 13 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	X	Y						
2.167	8.365							
19.1645	8.365							
Distributed Load	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.167</td> <td>13.323</td> </tr> <tr> <td>6.82198</td> <td>13.323</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	2.167	13.323	6.82198	13.323	
	X	Y						
2.167	13.323							
6.82198	13.323							

6.4 Analisi sismica – NV19 km 0+160

Slide Analysis Information

NI12_Trincea_sismica

Project Summary

File Name: NI12_Trincea_sismica.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.280s
 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: Left to Right

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 75



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	35 di 39

Check malpha < 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 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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	36 di 39

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 2
 Orientation: Vertical

Materials

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

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.109660
Center:	12.134, 17.081
Radius:	9.083
Left Slip Surface Endpoint:	3.865, 13.323
Right Slip Surface Endpoint:	16.007, 8.865
Resisting Moment:	2124.72 kN-m
Driving Moment:	1914.76 kN-m
Total Slice Area:	26.414 m2
Surface Horizontal Width:	12.1421 m
Surface Average Height:	2.17541 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2387
 Number of Invalid Surfaces: 2613

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10966

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	0.238058	1.12565	-63.8549	bbc	4	20.5	3.44421	3.8219	-0.476353	0	-0.476353	6.54017	6.54017
2	0.238058	3.23272	-60.6202	bbc	4	20.5	5.42485	6.01974	5.40203	0	5.40203	15.0375	15.0375



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	37 di 39

3	0.238058	5.08768	-57.6849	bbc	4	20.5	7.30221	8.10297	10.9739	0	10.9739	22.5181	22.5181
4	0.238058	6.74952	-54.9721	bbc	4	20.5	9.08353	10.0796	16.2607	0	16.2607	29.2199	29.2199
5	0.238058	8.25615	-52.4323	bbc	4	20.5	10.7766	11.9584	21.2857	0	21.2857	35.2957	35.2957
6	0.238058	9.63373	-50.0318	bbc	4	20.5	12.3887	13.7472	26.0701	0	26.0701	40.8511	40.8511
7	0.238058	10.9012	-47.7462	bbc	4	20.5	13.9261	15.4532	30.6329	0	30.6329	45.9623	45.9623
8	0.238058	12.0728	-45.5572	bbc	4	20.5	15.3943	17.0824	34.9904	0	34.9904	50.6871	50.6871
9	0.238058	13.1597	-43.4506	bbc	4	20.5	16.798	18.6401	39.1567	0	39.1567	55.0699	55.0699
10	0.238058	14.1705	-41.415	bbc	4	20.5	18.1415	20.1309	43.144	0	43.144	59.1463	59.1463
11	0.238058	15.1125	-39.4416	bbc	4	20.5	19.4282	21.5587	46.9629	0	46.9629	62.945	62.945
12	0.238058	15.9913	-37.5226	bbc	4	20.5	20.6612	22.9269	50.6223	0	50.6223	66.4891	66.4891
13	0.238058	16.812	-35.6518	bbc	4	20.5	21.5294	23.8903	53.199	0	53.199	68.642	68.642
14	0.238058	17.5273	-33.824	bbc	4	20.5	22.37	24.8231	55.6939	0	55.6939	70.6829	70.6829
15	0.238058	17.6514	-32.0344	bbc	4	20.5	22.7853	25.2839	56.9265	0	56.9265	71.1833	71.1833
16	0.238058	17.583	-30.2793	bbc	4	20.5	22.976	25.4955	57.4923	0	57.4923	70.9072	70.9072
17	0.238058	17.4696	-28.555	bbc	4	20.5	23.1053	25.639	57.876	0	57.876	70.4499	70.4499
18	0.238058	17.3134	-26.8585	bbc	4	20.5	23.1752	25.7166	58.0834	0	58.0834	69.8198	69.8198
19	0.238058	17.1163	-25.1871	bbc	4	20.5	23.1876	25.7303	58.1203	0	58.1203	69.0251	69.0251
20	0.238058	16.8802	-23.5384	bbc	4	20.5	23.144	25.682	57.9911	0	57.9911	68.0729	68.0729
21	0.238058	16.6064	-21.9101	bbc	4	20.5	23.0458	25.573	57.6995	0	57.6995	66.9686	66.9686
22	0.238058	16.2963	-20.3003	bbc	4	20.5	22.894	25.4046	57.2492	0	57.2492	65.7181	65.7181
23	0.238058	15.9511	-18.707	bbc	4	20.5	22.6897	25.1778	56.6426	0	56.6426	64.3257	64.3257
24	0.238058	15.5718	-17.1286	bbc	4	20.5	22.4334	24.8935	55.8825	0	55.8825	62.7961	62.7961
25	0.243418	15.4954	-15.546	bbc	4	20.5	22.0197	24.4344	54.9863	0.332119	54.6541	61.1119	60.7798
26	0.243418	15.0294	-13.958	bbc	4	20.5	21.4558	23.8086	53.9414	0.961026	52.9804	59.2742	58.3132
27	0.243418	14.5296	-12.3808	bbc	4	20.5	20.8574	23.1446	52.7243	1.51988	51.2044	57.3027	55.7829
28	0.243418	13.9965	-10.8132	bbc	4	20.5	20.2248	22.4427	51.3373	2.01001	49.3272	55.2002	53.1902
29	0.243418	13.4307	-9.25369	bbc	4	20.5	19.5585	21.7033	49.782	2.43259	47.3494	52.9686	50.536
30	0.243418	12.8326	-7.70109	bbc	4	20.5	18.8583	20.9263	48.0599	2.78857	45.2713	50.61	47.8214
31	0.243418	12.2028	-6.15416	bbc	4	20.5	18.1243	20.1118	46.1719	3.07876	43.0931	48.1261	45.0474
32	0.243418	11.5414	-4.61173	bbc	4	20.5	17.3563	19.2596	44.1176	3.30381	40.8138	45.5177	42.2139
33	0.243418	10.8487	-3.07264	bbc	4	20.5	16.5542	18.3695	41.8972	3.46421	38.433	42.7858	39.3216
34	0.243418	10.125	-1.53577	bbc	4	20.5	15.7174	17.441	39.5099	3.56031	35.9496	39.9313	36.371
35	0.243418	9.3702	0	bbc	4	20.5	14.8456	16.4736	36.9545	3.59233	33.3622	36.9545	33.3622
36	0.243418	8.58444	1.53577	bbc	4	20.5	13.9382	15.4667	34.2293	3.56031	30.669	33.8556	30.2953
37	0.243418	7.76768	3.07264	bbc	4	20.5	12.9943	14.4193	31.3319	3.46421	27.8677	30.6344	27.1702
38	0.243418	6.9198	4.61173	bbc	4	20.5	12.0132	13.3305	28.2595	3.30381	24.9557	27.2904	23.9866
39	0.243418	6.04064	6.15416	bbc	4	20.5	10.9936	12.1992	25.0085	3.07876	21.9298	23.8231	20.7444
40	0.243418	5.12996	7.70109	bbc	4	20.5	9.93452	11.0239	21.5749	2.78857	18.7864	20.2315	17.443
41	0.243418	4.18745	9.25369	bbc	4	20.5	8.83436	9.80314	17.9538	2.43259	15.5212	16.5144	14.0818
42	0.243418	3.3871	10.8132	bbc	4	20.5	7.93918	8.80979	14.8744	2.01001	12.8644	13.358	11.348
43	0.243418	3.10874	12.3808	bbc	4	20.5	7.80043	8.65583	13.9725	1.51988	12.4526	12.2602	10.7403
44	0.243418	2.83834	13.958	bbc	4	20.5	7.69706	8.54112	13.1068	0.961026	12.1458	11.1937	10.2327
45	0.243418	2.53404	15.546	bbc	4	20.5	7.56951	8.39958	12.0993	0.332119	11.7672	9.99357	9.66145
46	0.263388	2.35849	17.2126	bbc	4	20.5	7.25867	8.05466	10.8447	0	10.8447	8.59599	8.59599
47	0.263388	1.91657	18.9607	bbc	4	20.5	6.73831	7.47723	9.30029	0	9.30029	6.98528	6.98528
48	0.263388	1.42824	20.7273	bbc	4	20.5	6.14166	6.81515	7.52945	0	7.52945	5.20537	5.20537
49	0.263388	0.89191	22.5148	bbc	4	20.5	5.46293	6.06199	5.51505	0	5.51505	3.25058	3.25058
50	0.263388	0.305768	24.3258	bbc	4	20.5	4.69529	5.21017	3.23676	0	3.23676	1.11421	1.11421

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10966

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

Trincee stradali - Relazione di stabilità

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	38 di 39

1	3.86489	13.323	0	0	0
2	4.10294	12.838	-0.960788	0	0
3	4.341	12.4152	0.290716	0	0
4	4.57906	12.0388	3.08963	0	0
5	4.81712	11.6992	6.99005	0	0
6	5.05518	11.3897	11.673	0	0
7	5.29323	11.1057	16.8994	0	0
8	5.53129	10.8437	22.484	0	0
9	5.76935	10.6009	28.2789	0	0
10	6.00741	10.3754	34.1638	0	0
11	6.24547	10.1654	40.039	0	0
12	6.48352	9.96959	45.8203	0	0
13	6.72158	9.78677	51.4363	0	0
14	6.95964	9.61601	56.7408	0	0
15	7.1977	9.4565	61.702	0	0
16	7.43576	9.30754	66.17	0	0
17	7.67381	9.16855	70.0988	0	0
18	7.91187	9.039	73.4945	0	0
19	8.14993	8.91844	76.3656	0	0
20	8.38799	8.80649	78.7225	0	0
21	8.62605	8.70279	80.5777	0	0
22	8.8641	8.60704	81.9452	0	0
23	9.10216	8.51898	82.8409	0	0
24	9.34022	8.43837	83.2822	0	0
25	9.57828	8.365	83.288	0	0
26	9.82169	8.29728	82.8918	0	0
27	10.0651	8.23678	82.1356	0	0
28	10.3085	8.18335	81.0387	0	0
29	10.5519	8.13686	79.6227	0	0
30	10.7954	8.0972	77.9112	0	0
31	11.0388	8.06428	75.9299	0	0
32	11.2822	8.03803	73.7067	0	0
33	11.5256	8.0184	71.2719	0	0
34	11.769	8.00533	68.6582	0	0
35	12.0125	7.99881	65.9006	0	0
36	12.2559	7.99881	63.0369	0	0
37	12.4993	8.00533	60.1079	0	0
38	12.7427	8.0184	57.1573	0	0
39	12.9861	8.03803	54.2321	0	0
40	13.2295	8.06428	51.3832	0	0
41	13.473	8.0972	48.6655	0	0
42	13.7164	8.13686	46.1383	0	0
43	13.9598	8.18335	43.7854	0	0
44	14.2032	8.23678	41.389	0	0
45	14.4466	8.29728	38.9497	0	0
46	14.6901	8.365	36.4908	0	0
47	14.9534	8.4466	33.883	0	0
48	15.2168	8.53709	31.4201	0	0
49	15.4802	8.63675	29.1665	0	0
50	15.7436	8.74593	27.197	0	0
51	16.007	8.865	0	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Trincee stradali - Relazione di stabilità


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RH	GE0006 005	A	39 di 39

Group: Analisi Sismica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	19.1645	2
	19.1645	8.865
	13.796	8.865
	7.1089	13.323
	2.167	13.323
	2.167	2

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Water Table	X	Assigned to materials:  bbc
	Y	
Distributed Load	2.167	Constant Distribution Orientation: Vertical Magnitude: 2 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	8.365	
	19.1645	
Distributed Load	X	
	Y	
Distributed Load	2.167	
	6.82198	