

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA

GEOTECNICA

RELAZIONE DI STABILITÀ E CALCOLO DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI FERROVIARI
DA km 0+000 A km 8+920

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 29 RH GE0005 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Dicembre 2019	M.Arcangeli	Dicembre 2019	F.Sparacino	Dicembre 2019	F.Arduni Dicembre 2019



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	2 di 106

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	7
3.3	FALDA	9
4	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI.....	10
4.1	PREMESSA	10
4.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	10
4.2.1	<i>Determinazione della zona compressibile Hc</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Terreni sabbiosi.....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Terreni argillosi e/o stratificati</i>	<i>12</i>
4.2.4	<i>Tipi di cedimento</i>	<i>12</i>
4.3	DETERMINAZIONE TEORICA DELL'ANDAMENTO NEL TEMPO DEI CEDIMENTI.....	15
4.3.1	<i>Cedimenti di consolidazione primaria</i>	<i>15</i>
4.3.2	<i>Cedimento secondario.....</i>	<i>17</i>
4.4	VALUTAZIONE CEDIMENTI RILEVATI FERROVIARI.....	18
4.4.1	<i>Risultati</i>	<i>32</i>
5	ANALISI DI STABILITA'	37

5.1	METODOLOGIE DI CALCOLO	37
5.1.1	Carichi.....	38
5.1.2	Azioni sismiche per analisi di stabilità scarpate	40
5.2	SEZIONI DI CALCOLO	41
5.3	RISULTATI.....	42
6	PIANO DI POSA RILEVATI	46
7	APPENDICE A. ANALISI DEI CEDIMENTI. TABULATI DI CALCOLO CED.....	47
7.1	RI08 - SEZIONE H=8 M – CEDIMENTI TOTALI	47
7.2	RI08 - SEZIONE H=8 M – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	50
7.3	RI03 - SEZIONE H=5 M – CEDIMENTI TOTALI	53
7.4	RI03 - SEZIONE H=5 M – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	57
7.5	RI07 - SEZIONE H=6.5 M – CEDIMENTI TOTALI	60
7.6	RI07 - SEZIONE H=6.5 M – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	63
7.7	RI15 - SEZIONE H=6 M – CEDIMENTI TOTALI	66
7.8	RI15 - SEZIONE H=6 M – CEDIMENTI IMMEDIATI.....	70
8	APPENDICE B: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO SLIDE 7.....	73
8.1	SEZIONE H=8 M – ANALISI STATICA - CONDIZIONI DRENATE	73
8.2	SEZIONE H=8 M – ANALISI SISMICA - CONDIZIONI DRENATE.....	78
8.3	SEZIONE H=8 M – ANALISI SISMICA - CONDIZIONI NON DRENATE	84
8.4	SEZIONE H=5 M – ANALISI STATICA - CONDIZIONI DRENATE	90
8.5	SEZIONE H=5 M – ANALISI SISMICA - CONDIZIONI DRENATE.....	95
8.6	SEZIONE H=5 M – ANALISI SISMICA - CONDIZIONI NON DRENATE	101



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	4 di 106

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano i dimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati ferroviari nell'ambito del Progetto Definitivo del lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova da km 0+000 a km 8+920.

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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 003	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. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- N.3. RFI DTC SICS MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili- sezione 3.
- N.4. RFI DTC SICS SP IFS 004 B del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- N.5. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

2.2 **Documenti di riferimento**


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

- D.1. RS3E50D29F6IF0101001A ÷ RS3E50D29F6IF0101006A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Dittaino-Catenanuova. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale geotecnico.

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. È stato prodotto dall’ing. G. Guiducci versione di Aprile 1999 (Studio Tecnico Associato Sintesi). Il programma di calcolo è in uso gratuito. È 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. È 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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 003	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 riporto antropico (unità Ra) costituito da sabbia con ghiaia, laterizi, cls.
- **Unità a – Depositi continentali di versante di alterazione del substrato:** limi argillosi e argilla limosa.
- **Unità b – Depositi alluvionali:** questi depositi affiorano lungo quasi tutto il tracciato sotto il riporto. Si tratta di terreni coesivi limoso argillosi, talvolta debolmente sabbiosi (**unità ba**) e terreni incoerenti: sabbia con ghiaia (**unità bg**) e sabbia localmente limosa (**unità bs**).
- **Unità CFR – Coltre in frana quiescente:** limo argilloso con ghiaia ciottoli e clasti arenacei, gessosi, carbonatici e livelli millimetrici organici nerastri.
- **Unità TRV/TRVb – Formazione di Terravecchia:** in cui si distinguono varie litofacies.
 La litofacies argilloso marnosa (**unità TRV**) è costituita da argille da debolmente marnose a marnose.
 La litofacies argilloso-brecciata (**unità TRVb**), è costituita da argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata con clasti poligenici.
- **Unità GTL - Formazione di Cattolica:** si tratta prevalentemente di depositi lagunari e di bacino evaporitico, costituiti da tre differenti litofacies (**GTL2**) e (**GTLa**).
(GTLa): argille limose a struttura brecciata con evaporiti di gesso.
(GTL2): gessi alternati ad argille gessose.

- **Unità TPL - Formazione di Tripoli:** limo sabbioso argilloso con gesso, clasti e ciottoli marnoso calcarei e calcareo marnosi.

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 ba – Depositi alluvionali coesivi (limoso argilloso)

$\gamma = 18.0 \div 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 21 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 30 \div 200 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 50 \div 300 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 100-200 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

Unità bs – Depositi alluvionali sabbiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 30 \div 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 90 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$V_s = 250-300 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

Unità bg – Depositi alluvionali ghiaiosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 36 \div 41^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 150 \div 550 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità CFR – coltre in frana quiescente (argilla limosa)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio




NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	9 di 106

3.3 Falda

Nel profilo stratigrafico longitudinale è riportato il livello massimo di falda di progetto derivante dall'interpretazione di tutte le misure piezometriche eseguite fino a novembre 2019. Per le opere all'aperto il profilo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante tra p.c. (in corrispondenza di incisioni fluviali, torrentizie e corsi d'acqua minori) e 8 m circa di profondità da p.c.. Per il dimensionamento delle singole opere d'arte si è fatto riferimento al livello massimo di falda indicato nel profilo stratigrafico longitudinale.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

4 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

4.1 Premessa

Di seguito si riporta la valutazione dei cedimenti dei rilevati ferroviari per la tratta in esame.

Il tracciato si sviluppa a singolo binario, con rilevati generalmente bassi, solo localmente si hanno rilevati con altezze fino a 8 m, in particolare in approccio ai ponti ed ai viadotti. I rilevati hanno una pendenza delle scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale), con berma intermedia di larghezza 2 m per altezze di rilevato maggiori di 5 m.

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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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.

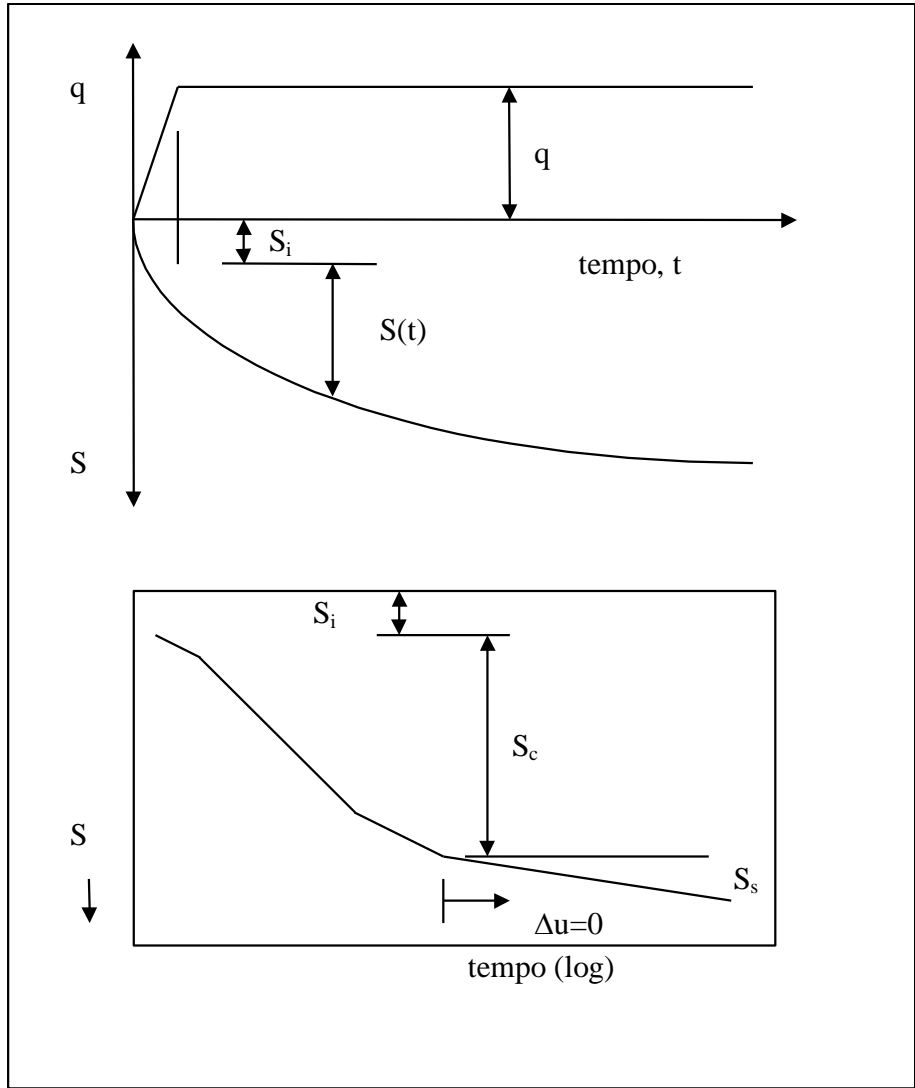


Figura 1 – Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 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.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

4.4 Valutazione cedimenti rilevati ferroviari

La stima dei cedimenti e del loro decorso nel tempo, è stata fatta considerando alcune sezioni rappresentative lungo il tracciato ferroviario, sia in relazione alla successione stratigrafica che alla geometria dei rilevati (altezza, presenza di muro di contenimento da un lato). Tutti i rilevati della linea sono a singolo binario con larghezza sommitale costante (da calcolo viene assunta una larghezza di 9.2 m) e pendenza scarpate 2 (verticale) / 3 (orizzontale) con berma di larghezza 2 m per altezze superiori ai 5 m. Generalmente le altezze dei rilevati sono sempre contenute entro i 5 m, ad eccezione di alcuni tratti (ad esempio in approccio alle spalle dei viadotti/ ponti) ove si raggiunge anche una altezza massima di 7-8m. In particolare, sono state analizzate le seguenti sezioni:

- Rilevato di altezza massima $H = 8$ m al km 4+050 circa (RI08), in terreni costituiti da depositi alluvionali recenti coesivi (unità ba) ed a seguire l'argilla limosa marnosa brecciata della formazione di Terravecchia (unità TRVb); questa sezione è rappresentativa per la massima altezza lungo il tracciato.
- Rilevato di altezza $H = 5$ m al km 1+050 circa (RI03), in terreni costituiti da depositi alluvionali recenti coesivi (unità ba) ed a seguire l'argilla limosa marnosa brecciata della formazione di Terravecchia (unità TRVb); questa sezione è rappresentativa delle condizioni medie dei rilevati generalmente presenti lungo il tracciato;
- Rilevato di altezza $H = 6$ m al km 8+550 circa (RI15), in terreni costituiti da uno spessore di coltre in frana quiescente (unità CFR) ed a seguire l'argilla limosa marnosa brecciata della formazione di Terravecchia (unità TRVb); questa sezione è rappresentativa per le condizioni stratigrafiche locali con terreno di fondazione costituito da coltre in frana quiescente. Cautelativamente nella valutazione dei cedimenti è stato trascurato il muretto al piede del rilevato.
- Rilevato di altezza $H = 6.5$ m al km 3+450 circa (RI07) con sezione a trapezio rettangolo per la presenza di muro di contenimento da un lato della scarpata, in terreni costituiti da uno spessore di deposito eluvio colluviale (unità a) ed a seguire l'argilla limosa marnosa brecciata della formazione di Terravecchia (unità TRVb); questa sezione è rappresentativa per le condizioni stratigrafiche, geometriche locali in questo tratto. In particolare, questa sezione viene modellata nel calcolo con una sezione di area equivalente costituita da un trapezio isoscele con altezza 5 m, base superiore di larghezza 4.5 m e pendenza scarpate 0.83.

L'analisi dei cedimenti dei rilevati è stata svolta in accordo alle metodologie di calcolo precedentemente esposte, con il programma di calcolo CED (G. Guiducci); nello specifico sono state eseguite le seguenti analisi per il

calcolo dei cedimenti indotti dai rilevati di linea 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 (piano ferro) ed il piano campagna (vedasi H_{ril}, calcolo nella figura seguente) e la larghezza sommitale del rilevato (larghezza massima della piattaforma, dimensione B indicata in figura seguente).

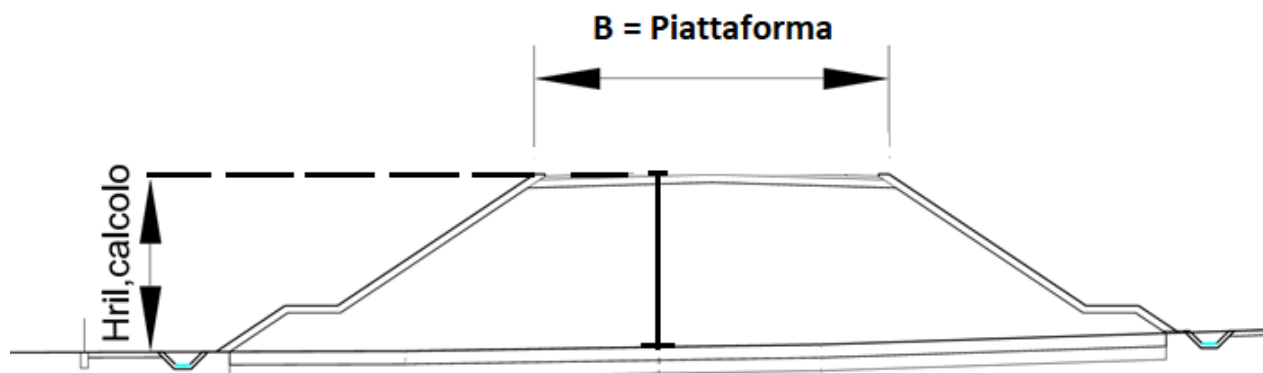


Figura 2 – Schema di calcolo

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

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) a piccole deformazioni, 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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	20 di 106

resistenza al taglio non drenata e k è stato assunto pari a 450 per tutte le formazioni coesive del tracciato considerando quanto indicato nella seguente tabella.

	IP [%]	OCR [-]	K [-]
unità ba	25	2÷3	450
unità TRVb	30	3÷4	450
unità CFR	20	2	450
unità a	25	2÷3	450

Il valore del coefficiente di consolidazione primaria verticale (c_v) è stato stimato mediando i risultati ottenuti dalle prove di edometriche di laboratorio, dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT e dal limite liquido attraverso la seguente correlazione NAVFAC-DM 7.1 (1971): $c_v = 0.009 (LL - 0.1)$ in cm^2/s . In figura seguente si riportano i risultati delle prove edometriche di laboratorio e dell'interpretazione delle prove CPT, da cui si osserva un buon accordo con i dati a disposizione, quindi si assume in progetto un valore del coefficiente di consolidazione verticale per i terreni coesivi in esame: $c_v = 5 \cdot E^{-08} \text{ m}^2/\text{s}$.

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 $c_{\alpha} = 0.002 (W_n = 20\%, \text{ valore medio per i depositi coesivi in esame})$.

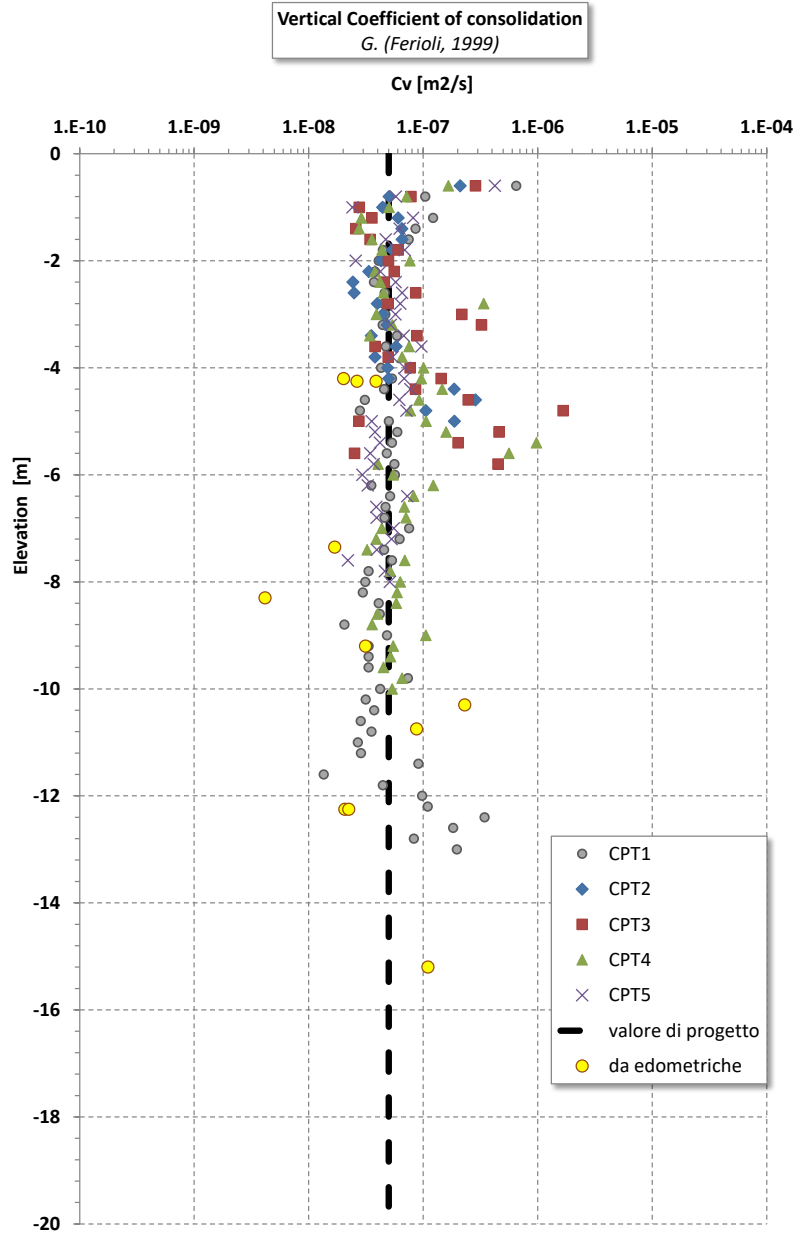


Figura 3 – Coefficiente di consolidazione verticale

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano i parametri di calcolo utilizzati per il calcolo dei cedimenti.

Nelle figure seguenti sono riportati i grafici dei parametri geotecnici con i risultati delle prove in sito e di laboratorio da cui sono stati stimati i parametri geotecnici adottati nel calcolo. Nelle seguenti tabelle sono anche indicate le indagini geotecniche prese a riferimento per la stima dei parametri delle varie sezioni di calcolo.

Il livello della falda è stato assunto da profilo geotecnico longitudinale.

Tabella 1 – Stratigrafia e parametri di calcolo

RI08 - Sezione al km 4+050 - Hril=8m, B=9.2m (Indagini: 5_SW3, DPSH7, DPSH8, 5_S19, 5_SV3N)					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷12.0	ba	19.0	10÷15	50÷100	22.5÷45.0
12.0÷17.0	TRVb	21.0	40	150	67.5
17.0÷20.0	TRVb	21.0	60	250	112.5
20.0÷40.0	TRVb	21.0	80	300	135
Falda a 3 m da p.c.					

RI03 - Sezione al km 1+050 - Hril=5m, B=9.2m (Indagini: 5_S17, 5_CPT04)					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷6.5	ba	19.0	10÷12	70	31.5
6.5÷15.0	TRVb	21.0	20÷30	150	67.5
15.0÷20.0	TRVb	21.0	30÷60	200	90
20.0÷40.0	TRVb	21.0	80	300	1355
Falda a 10 m di profondità da p.c.					

RI07 - Sezione al km 3+450 - Hril=6.5 m, B=9.2m (Indagini: 5_SV2N, 5_SV1N)					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷14.0	a	19.0			
14.0÷20.0	TRVb	21.0			
20.0÷40.0	TRVb	21.0			
Falda a 10 m di profondità da p.c.					

RI15 - Sezione al km 8+600 - Hril=6m, B=9.2m (Indagini: 5_S25, 5_S7vi, 5_SV18+DH)					
Profondità da p.c.[m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	E' [MPa]	cu [kPa]	Eu [MPa]
0.0÷14.0	CFR	19.0	12	75	33.75
14.0÷20.0	TRVb	21.0	60	200	90
20.0÷40.0	TRVb	21.0	80	300	1355
Falda a 10 m di profondità da p.c.					

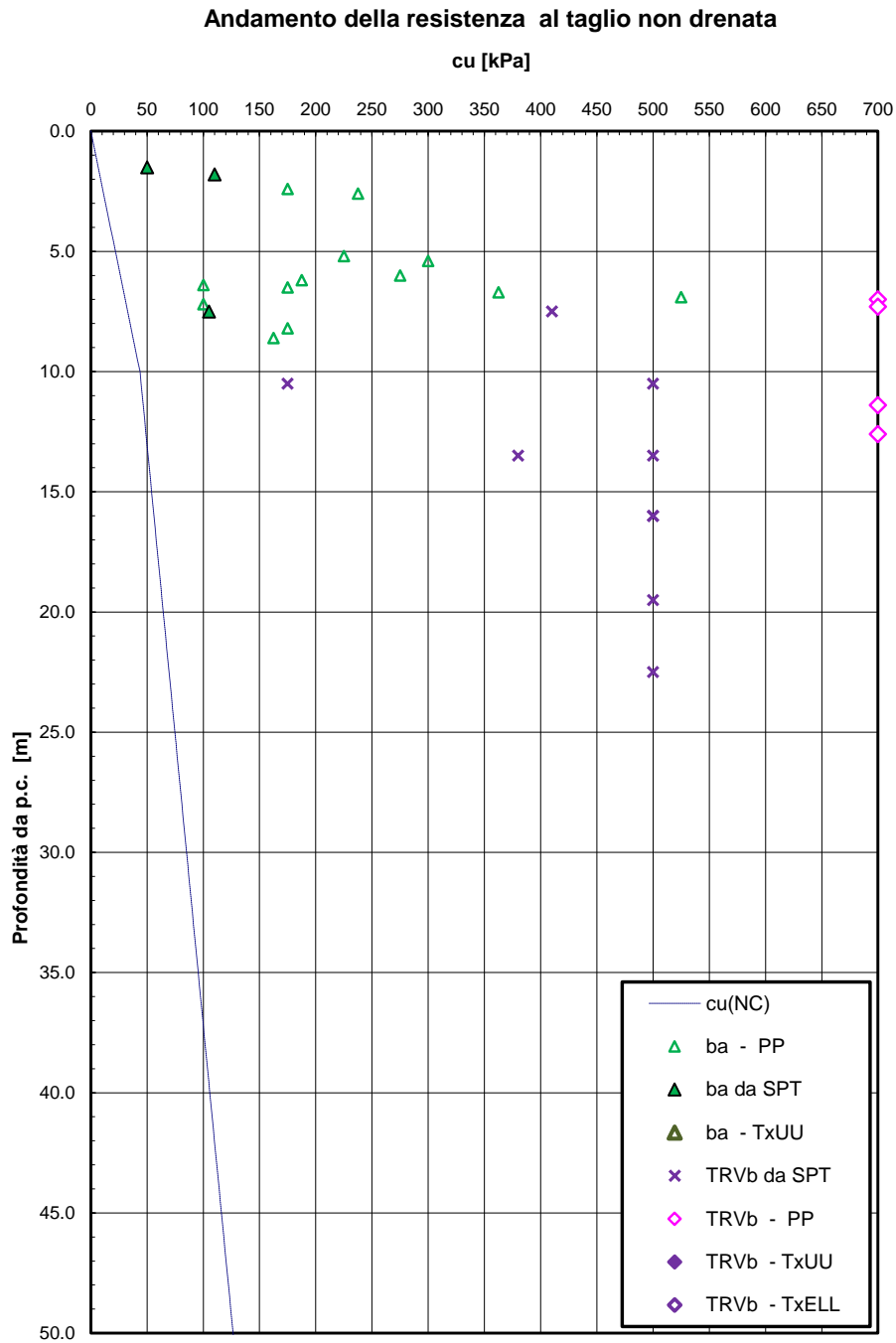


Figura 4 – Resistenza al taglio non drenata – RI03 (laboratorio + PP+SPT)

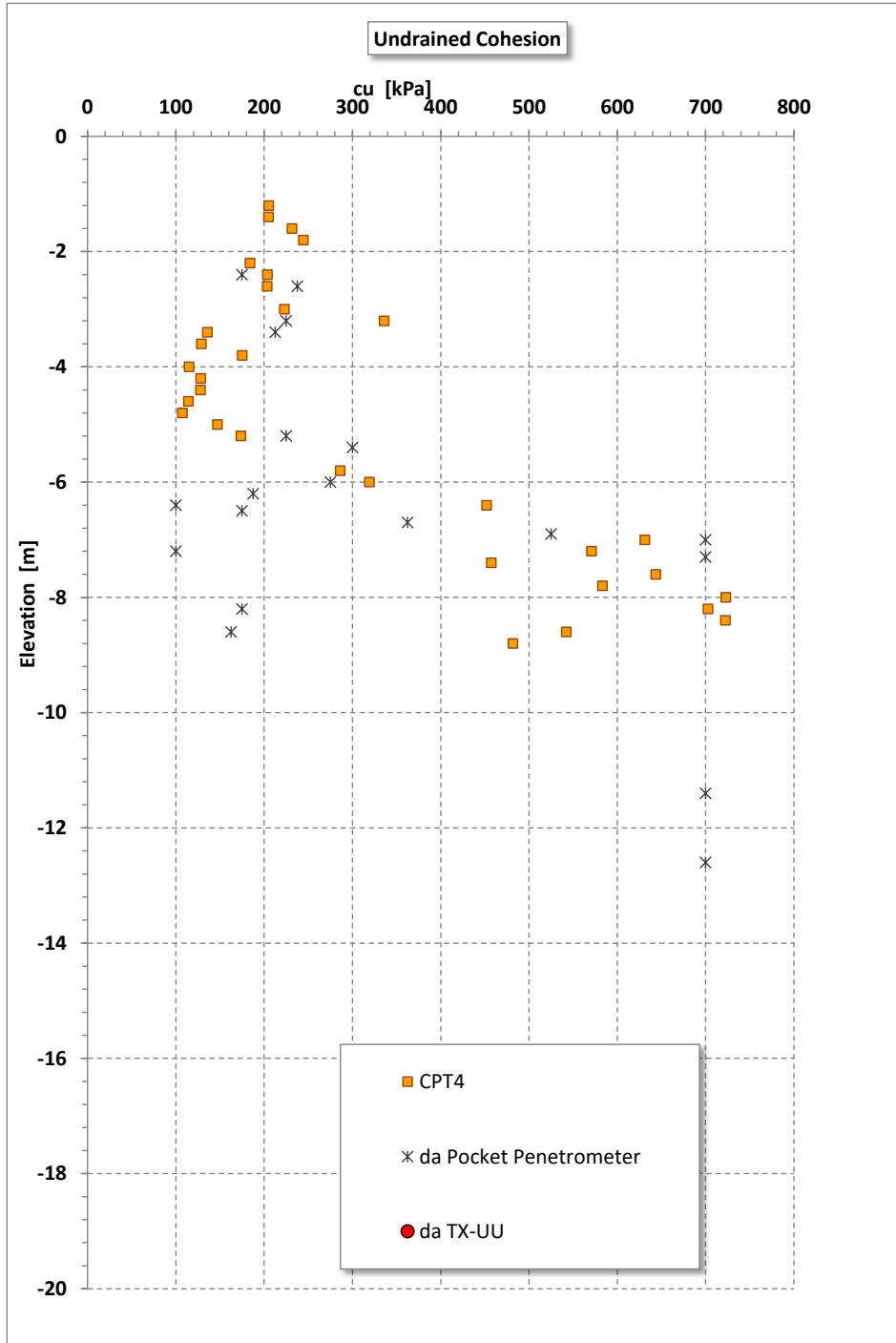


Figura 5 – Resistenza al taglio non drenata – RI03 (laboratorio+PP+CPT)

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

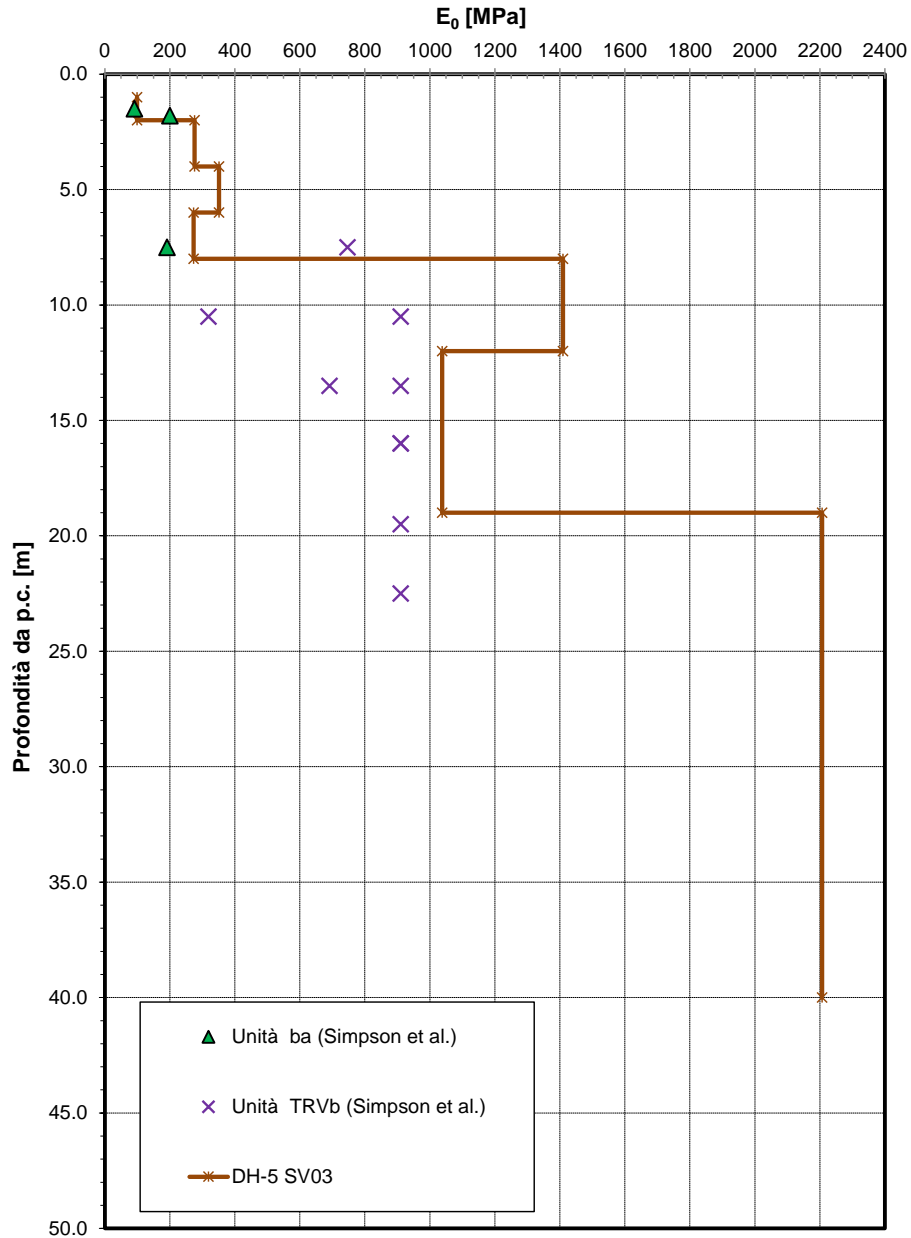


Figura 6 – Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni – RI03

Andamento della resistenza al taglio non drenata

cu [kPa]

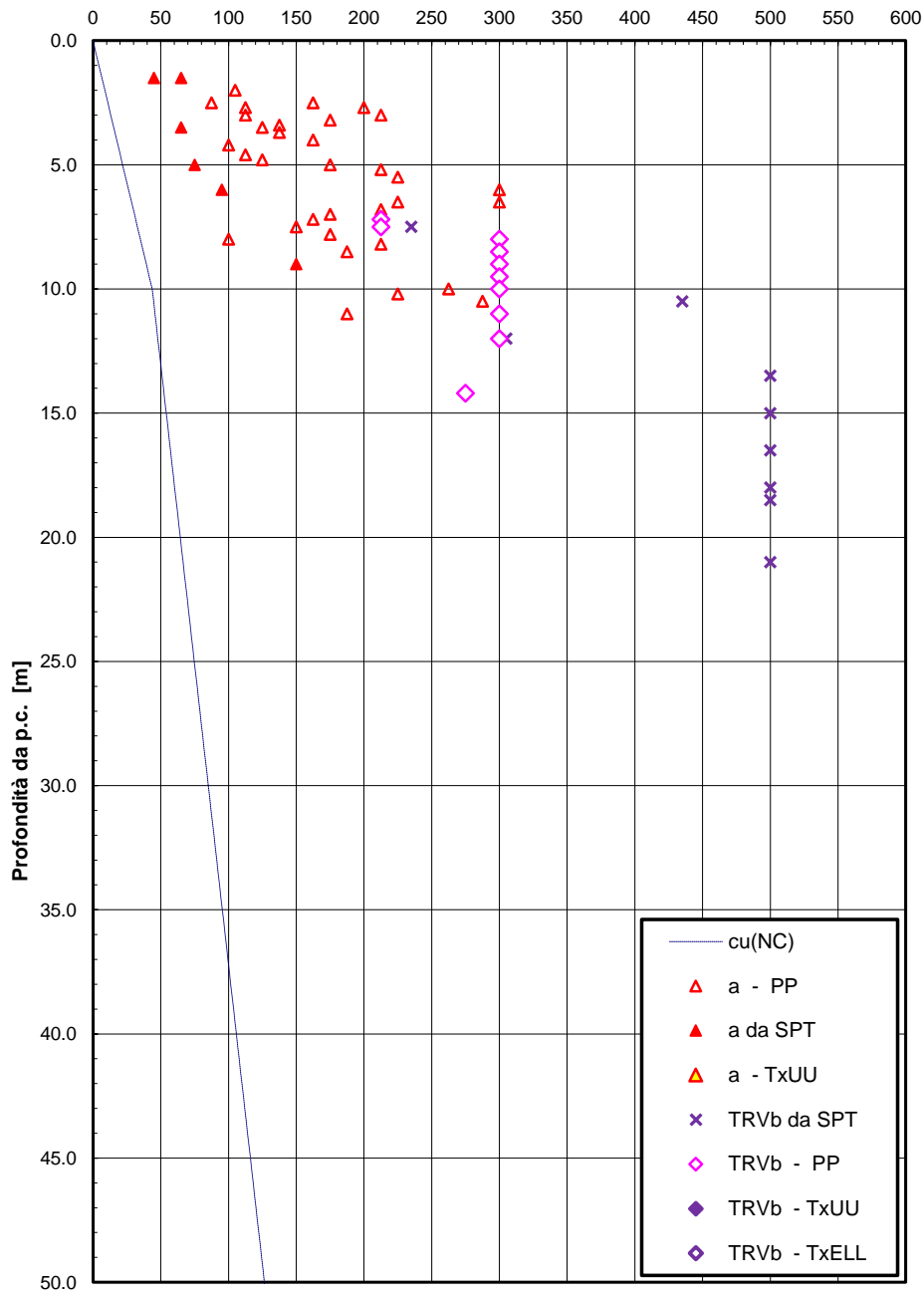


Figura 7 – Resistenza al taglio non drenata – RI07

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

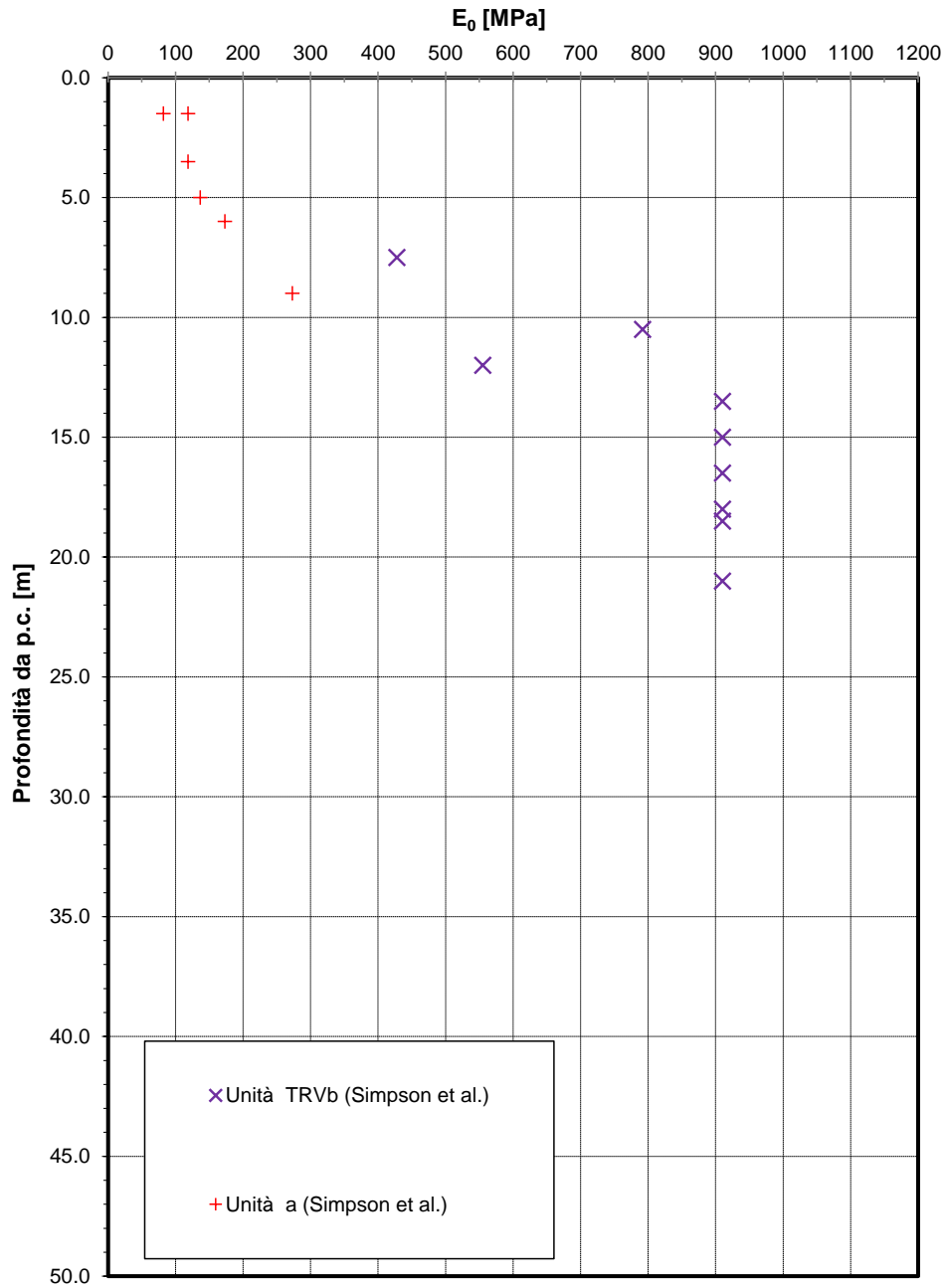


Figura 8 – Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni – RI07

Andamento della resistenza al taglio non drenata

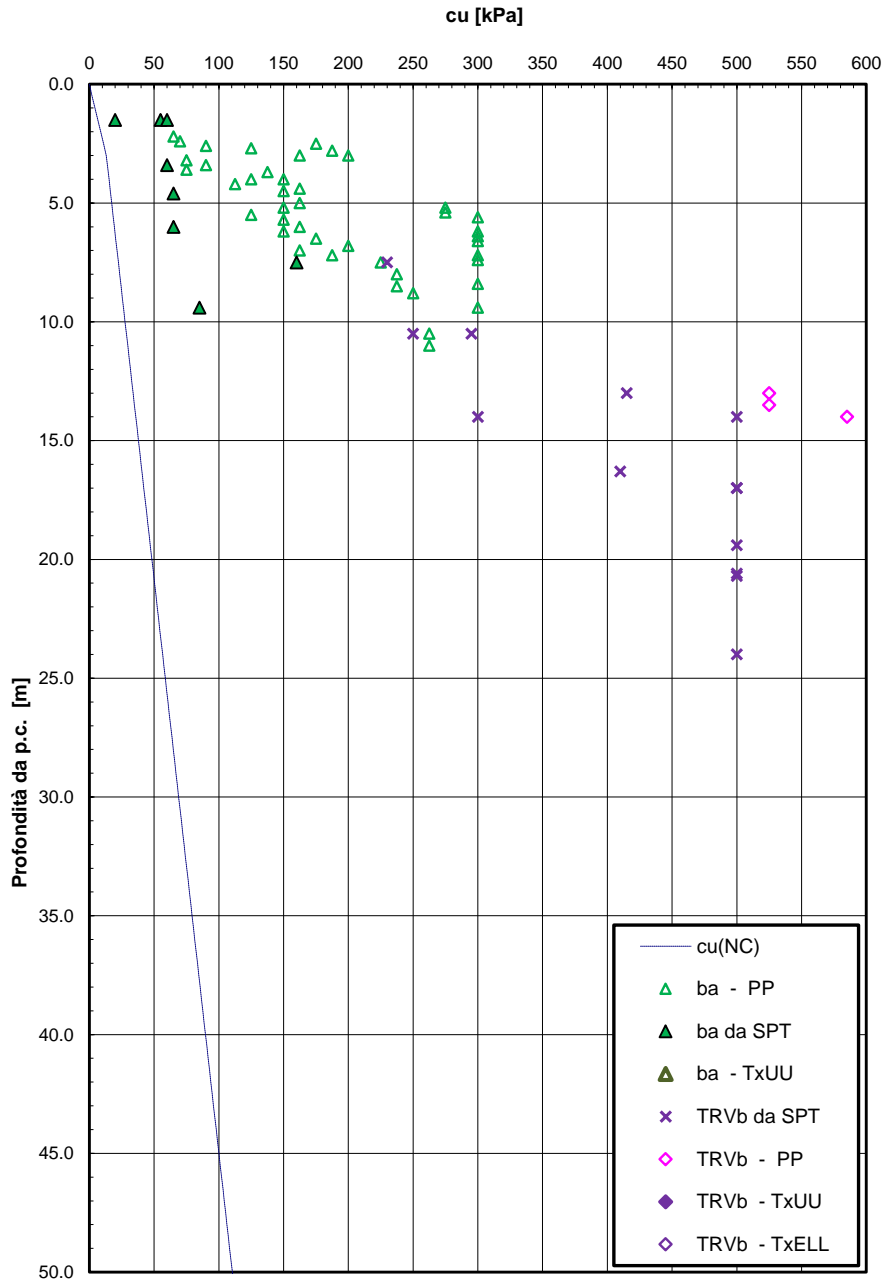


Figura 9 – Resistenza al taglio non drenata – RI08

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

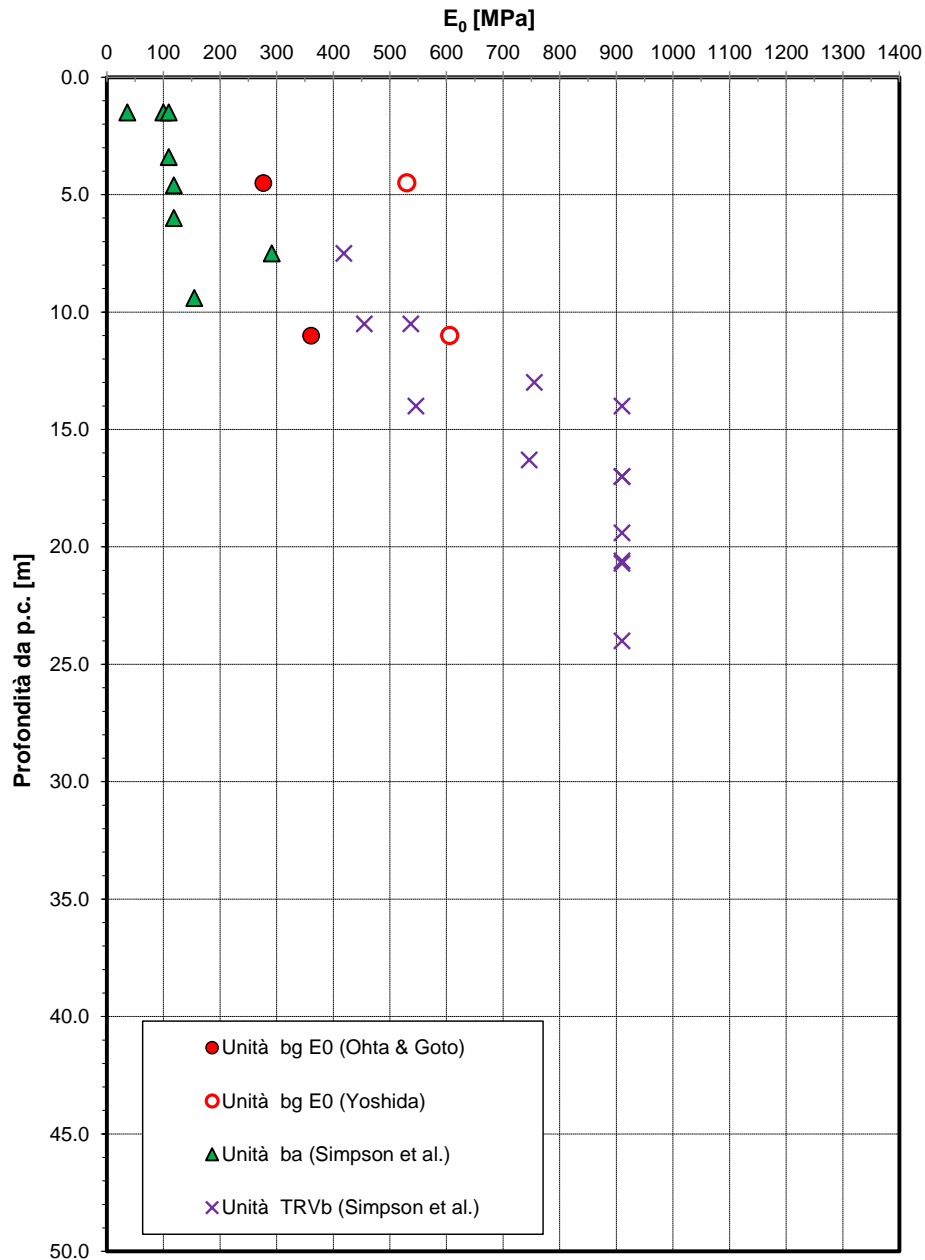


Figura 10 – Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni – RI08

Andamento della resistenza al taglio non drenata

cu [kPa]

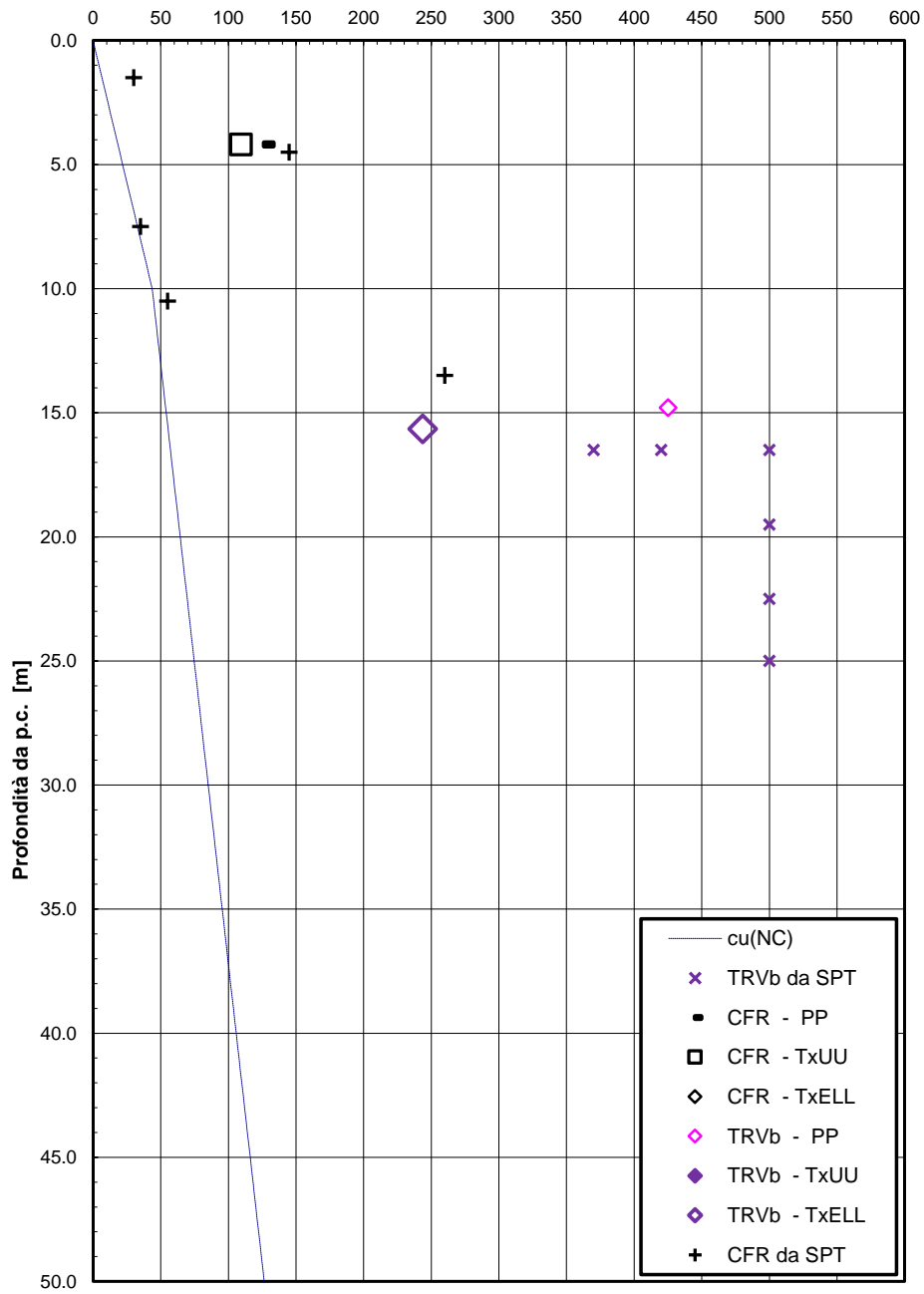


Figura 11 – Resistenza al taglio non drenata – R115

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

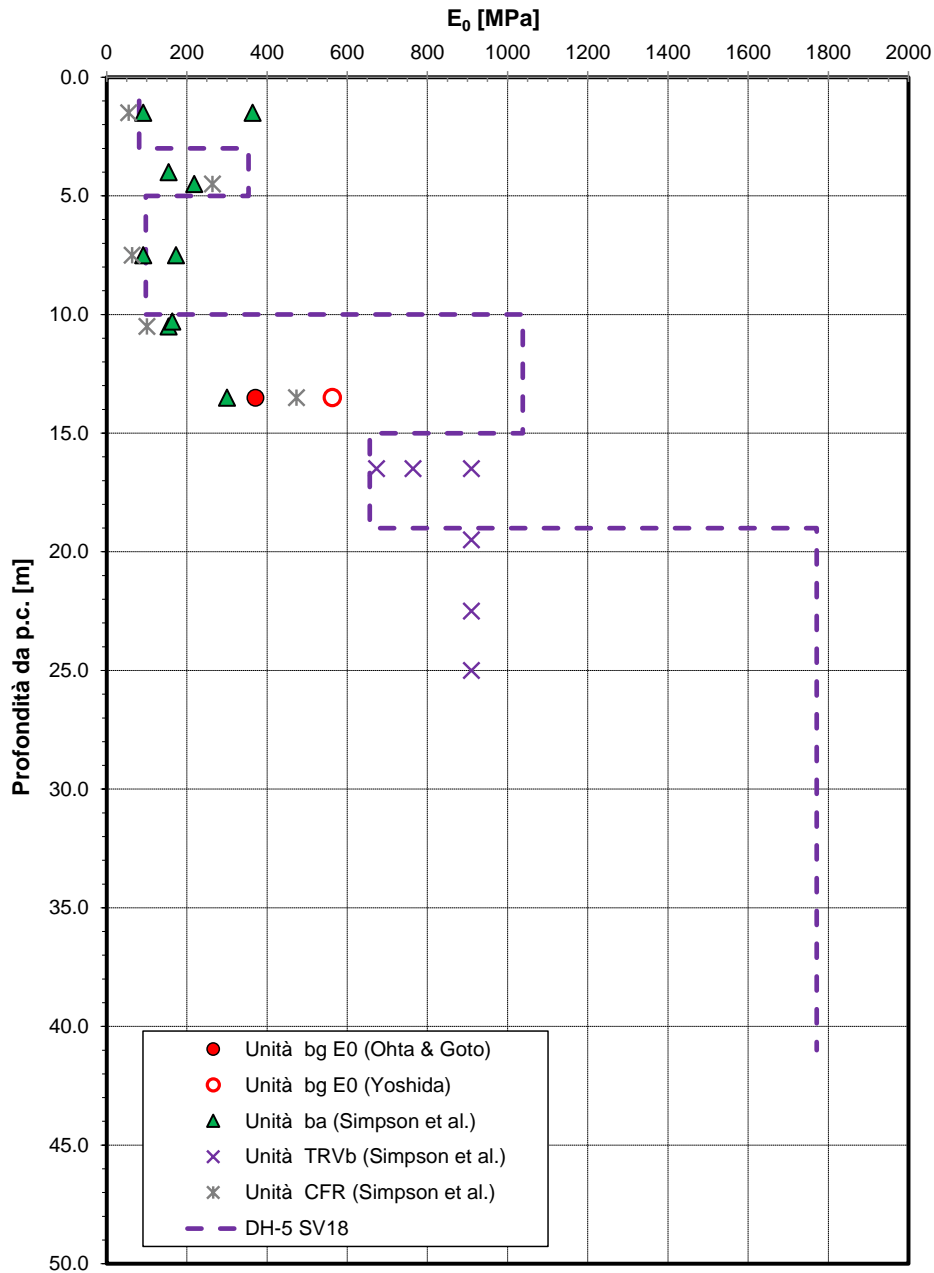


Figura 12 – Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni – RI15



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	32 di 106

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]
RI08 - km 4+050	8.0	151.5	34.8	116.7
RI03 - km 1+050	5.0	76.0	15.3	60.7
RI07 - km 3+450	6.5	61.1	11.1	50.0
RI15 - km 8+600	6.0	114.5	25.2	89.3

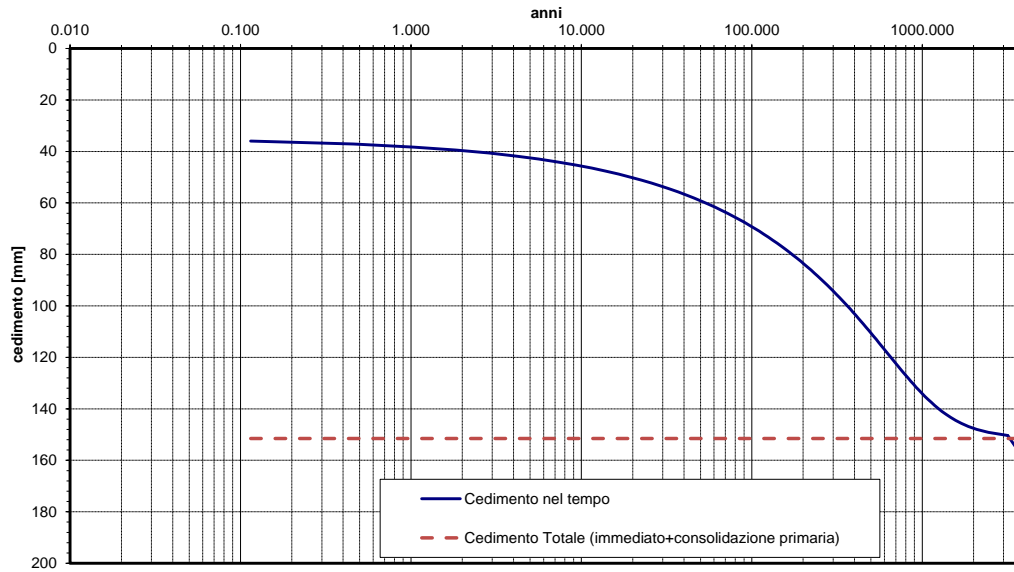
Nelle figure e tabelle che seguono si riporta l'andamento dei cedimenti nel tempo per tutte le sezioni di calcolo. Per tutte le sezioni analizzate, si ha che il cedimento residuo (consolidazione primaria e secondaria) valutato dopo 1 anno dalla costruzione del rilevato e la vita utile dell'opera (112.5 anni), è < 5 cm, come prescritto da Capitolato.

Il cedimento totale massimo stimato in asse rilevato (illimitato), è stato individuato per la sezione di rilevato con altezza maggiore (H=8 m) e con massimo spessore di terreno alluvionale coesivo ed è di circa 15 cm totali, di cui circa 3 cm di cedimenti immediati e circa 12 cm di consolidazione primaria; si tratta comunque di valori di cedimento modesti, considerando le ipotesi di calcolo molto cautelative (è stata presa la massima altezza di rilevato, 8 m, che in realtà si avrebbe al km 4+300, ed è stata associata allo spessore massimo di terreno coesivo alluvionale).

Per la sezione di rilevato (RI03) rappresentativa delle condizioni medie generali dei rilevati lungo il tracciato, il cedimento totale massimo stimato in asse rilevato (illimitato) è di 7.6 cm, di cui circa 1.5 cm di cedimenti immediati e circa 6.1 cm di consolidazione primaria; si tratta di valori di cedimento molto bassi.

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 utile dell'opera (112.5 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, come si evince dalle seguenti tabelle e figure.

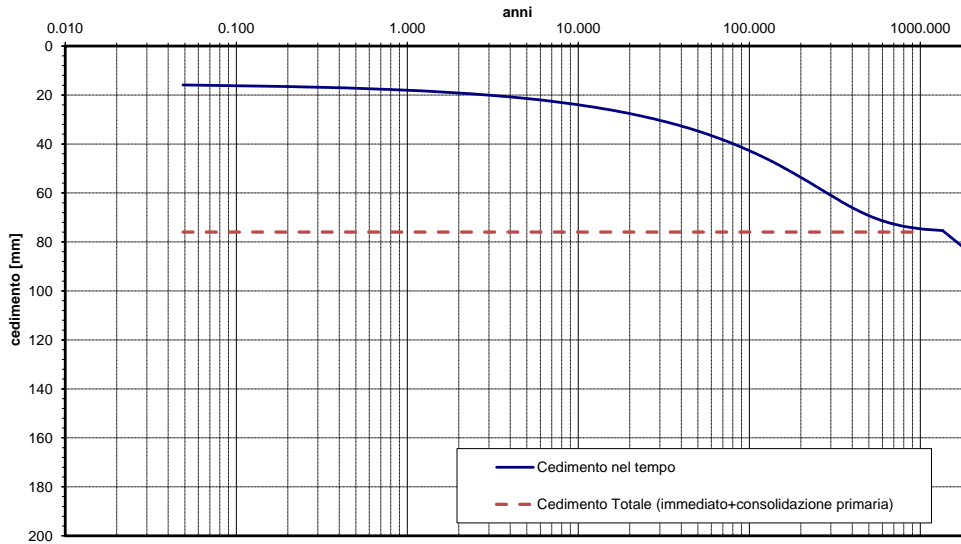
**Rilevato RI08 sezione H=8 m
Decorso del cedimento nel tempo**



Cedimento Totale	151.50	[mm]
Cedimento immediato	34.80	[mm]
Cedimento di consolidazione	116.70	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	5.00E-08	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	48	[m]
Consolidazione secondaria - C _α	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	48	[m]
Anno iniziale	1	
Anno finale	112.5	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 1 anni		
Tv	6.85E-04	
Um	2.95E-02	< 0.95
Cedimento	38.25	[mm]
Calcolo del cedimento a 112.5 anni		
Tv	7.71E-02	
Um	3.13E-01	< 0.95
Cedimento	71.34	[mm]
Cedimento dal 1° al 112.5° anno	33.10	[mm] OK

Figura 13 – Decorso dei cedimenti nel tempo – rilevato RI08 - altezza massima H=8m

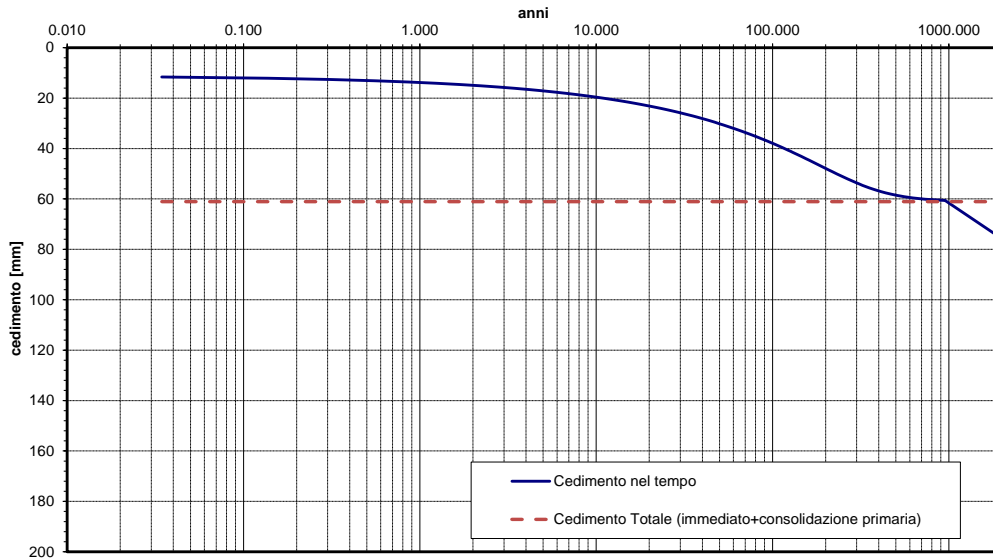
**Rilevato RI03 sezione H=5 m
Decorso del cedimento**



Cedimento Totale	76.00	[mm]
Cedimento immediato	15.30	[mm]
Cedimento di consolidazione	60.70	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	4.00E-08	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	28	[m]
Consolidazione secondaria - C _α	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	28	[m]
Anno iniziale	1	
Anno finale	112.5	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 1 anni		
Tv	1.61E-03	
Um	4.53E-02	< 0.95
Cedimento	18.05	[mm]
Calcolo del cedimento a 112.5 anni		
Tv	1.81E-01	
Um	4.79E-01	< 0.95
Cedimento	44.37	[mm]
Cedimento dal 1° al 112.5° anno	26.32	[mm] OK

Figura 14 – Decorso dei cedimenti nel tempo – rilevato RI03 - H=5m - km 1+050

Rilevato RI07 sezione H=6.5 m
Decorso del cedimento nel tempo



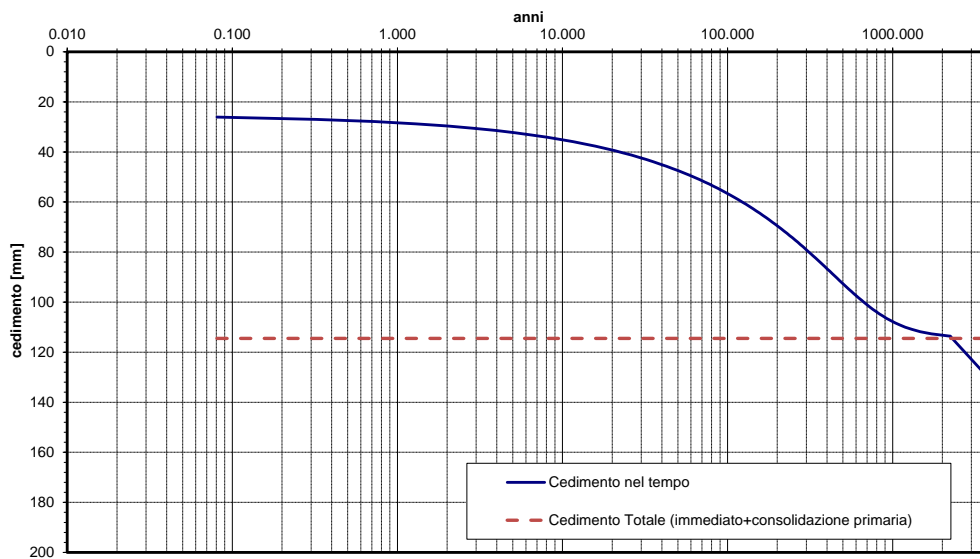
Cedimento Totale	61.10	[mm]
Cedimento immediato	11.10	[mm]
Cedimento di consolidazione	50.00	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	4.00E-08	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	23.5	[m]
Consolidazione secondaria - C _α	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	23.5	[m]
Anno iniziale	1	
Anno finale	112.5	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 1 anni		
Tv	2.29E-03	
Um	5.39E-02	< 0.95
Cedimento	13.80	[mm]
Calcolo del cedimento a 112.5 anni		
Tv	2.57E-01	
Um	5.68E-01	< 0.95
Cedimento	39.49	[mm]
Cedimento dal 1° al 112.5° anno	25.69	[mm] OK

Figura 15 – Decorso dei cedimenti nel tempo – rilevato RI07 - H=6.5 m - km 3+350

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	36 di 106

**Rilevato RI15 sezione H=6 m
Decorso del cedimento nel tempo**



Cedimento Totale	114.50	[mm]
Cedimento immediato	25.20	[mm]
Cedimento di consolidazione	89.30	[mm]
Ceff. di consolidazione - Cv	4.00E-08	[m ² /s]
Percorso di filtrazione - H	36	[m]
Consolidazione secondaria - C _α	2.00E-03	
Altezza per la cons. sec. - H0	36	[m]
Anno iniziale	1	
Anno finale	112.5	
Cedimento ammissibile	50	[mm]
Calcolo del cedimento a 1 anni		
Tv	9.74E-04	
Um	3.52E-02	< 0.95
Cedimento	28.34	[mm]
Calcolo del cedimento a 112.5 anni		
Tv	1.10E-01	
Um	3.73E-01	< 0.95
Cedimento	58.53	[mm]
Cedimento dal 1° al 112.5° anno	30.19	[mm] OK

Figura 16 – Decorso dei cedimenti nel tempo – rilevato RI15 - H=6m - km 8+600



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	37 di 106

5 ANALISI DI STABILITA'

5.1 Metodologie di calcolo

Le verifiche di stabilità per le scarpate definitive dei rilevati 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.

$\gamma_{\varphi} = 1.25$	coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio
$\gamma_c = 1.25$	coefficiente parziale per la coesione drenata
$\gamma_{cu} = 1.4$	coefficiente parziale per la coesione non 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

$$c_{u_k} = c_{u_k} / \gamma_{cu}$$

coesione non 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) in condizioni SLU statiche e sismiche, quindi il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è $FS \geq 1.1$.

5.1.1 Carichi

Le analisi di stabilità dei rilevati ferroviari sono state svolte con i carichi permanenti ed accidentali valutati in accordo alle STI (specifiche tecniche di interoperabilità – vedasi N.5).

Nelle analisi in accordo alle STI oltre ai carichi permanenti di 14.4 kPa, a cui poi va applicato il coefficiente parziale per le azioni, $\gamma_F = 1.3$, Tabella 5.2.V [N.3], va considerato un carico da traffico ferroviario, valutato dal modello di carico 71 di cui al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

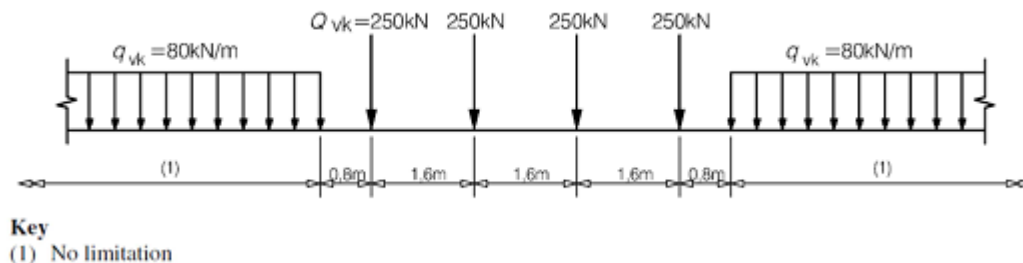
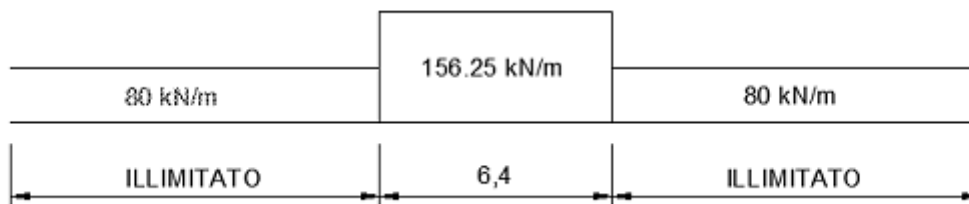


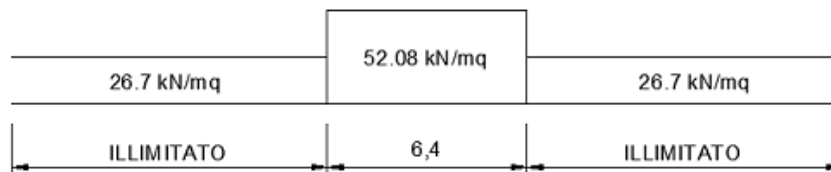
Figura 17. Load model 71 (al punto 6.3.2. della norma EN 1991-2:2003)

Il carico equivalente per le opere in terra si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla norma EN 1991-1:2003. Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale il carico verticale equivalente a metro lineare agente a quota piattaforma ferroviaria risulta pari a

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$



Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m (a 0.7 m dal piano ferro), secondo quanto previsto dalla norma EN 1991-2:2003 punto 6.3.6.4, si ricava il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria.



A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella seguente tabella.

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa (α)
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Nel caso in esame il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P2 per il traffico passeggeri e F1 per il traffico merci.

Quindi in sintesi per le condizioni di carico esaminate si applicano i seguenti carichi derivanti da STI (nella figura seguente è mostrato lo schema dei carichi applicati):

- Condizioni statiche: carico permanente pari a 18.7 kPa, carico accidentale pari a 67.7 kPa.
- Condizioni sismiche: carico permanente pari a 14.4 kPa, carico accidentale pari a 10.4 kPa (coefficiente di combinazione pari a 0.2 come da § 2.3.3 delle Specifiche RFI). In condizioni sismiche i coefficienti

parziali sulle azioni vanno posti pari ad 1.

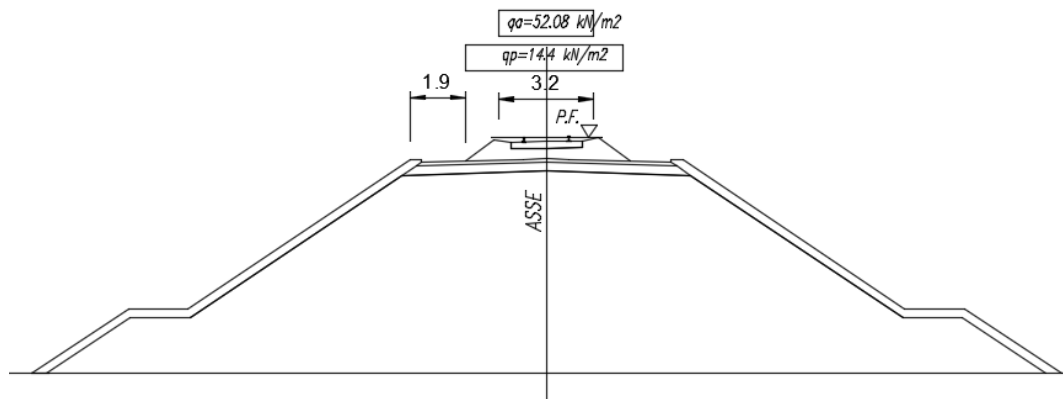


Figura 18. Schema carichi applicati da STI

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:

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;

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 29 RH	DOCUMENTO GE0005 003	REV. A

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

Per il tracciato in oggetto, come riportato nella relazione geotecnica generale, si ha la seguente caratterizzazione sismica più gravosa (zona T4, per $V_N=75$ cu=1.5, SLV, Categoria C):

$$a_g / g = 0.153,$$

$$S_s = 1.47$$

Da cui $a_{max} = 0.153 \cdot 1.47 = 0.23g$

Per le analisi di stabilità sismiche SLV di fronti di scavo e rilevati, il coefficiente di riduzione dall'accelerazione massima attesa al sito va assunto pari a $\beta_s = 0.24$.

Quindi si ha in condizioni sismiche:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.24 \cdot 0.23 = 0.055$$

$$k_v = \pm k_h / 2 = \pm 0.028$$

5.2 Sezioni di calcolo

L'analisi di stabilità per i rilevati è stata condotta cautelativamente per le seguenti sezioni rappresentative delle condizioni lungo il tracciato in esame:

- sezione di rilevato di altezza massima $H=8$ m, con terreno coesivo alluvionale (unità ba); sezione rappresentativa per la massima altezza;
- sezione di rilevato di altezza $H=5$ m, con terreno coesivo alluvionale (unità ba); sezione rappresentativa del tracciato per rilevato con massima altezza senza banca.

Per la valutazione di stabilità dei rilevati è stato preso come terreno in fondazione l'alluvione coesiva (unità ba) in quanto ha le caratteristiche di resistenza più cautelative rispetto a tutti altri depositi del tracciato. Come valori di resistenza di progetto sono stati assunti quelli medi- cautelativi individuati dalla caratterizzazione generale di tutta la tratta.

Le verifiche sono state condotte in condizioni drenate e non drenate. In particolare, i parametri non drenati sono stati applicati alla condizione sismica più gravosa.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	42 di 106

Unità R – Rilevato ferroviario

$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 $c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata
 $\phi' = 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Unità ba – Depositi alluvionali recenti coesivi (limoso argilloso)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
 $c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata
 $\phi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c_u = 75 \text{ kPa}$ coesione non drenata

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 $\pm K_v$), in condizione drenate e non drenate. I tabulati di calcolo completi sono riportati in Appendice B.

I fattori di sicurezza minimi ottenuti dalle verifiche sono sempre maggiori di quanto prescritto da normativa ($\gamma_R \geq 1.1$); quindi le verifiche di stabilità sono sempre soddisfatte.

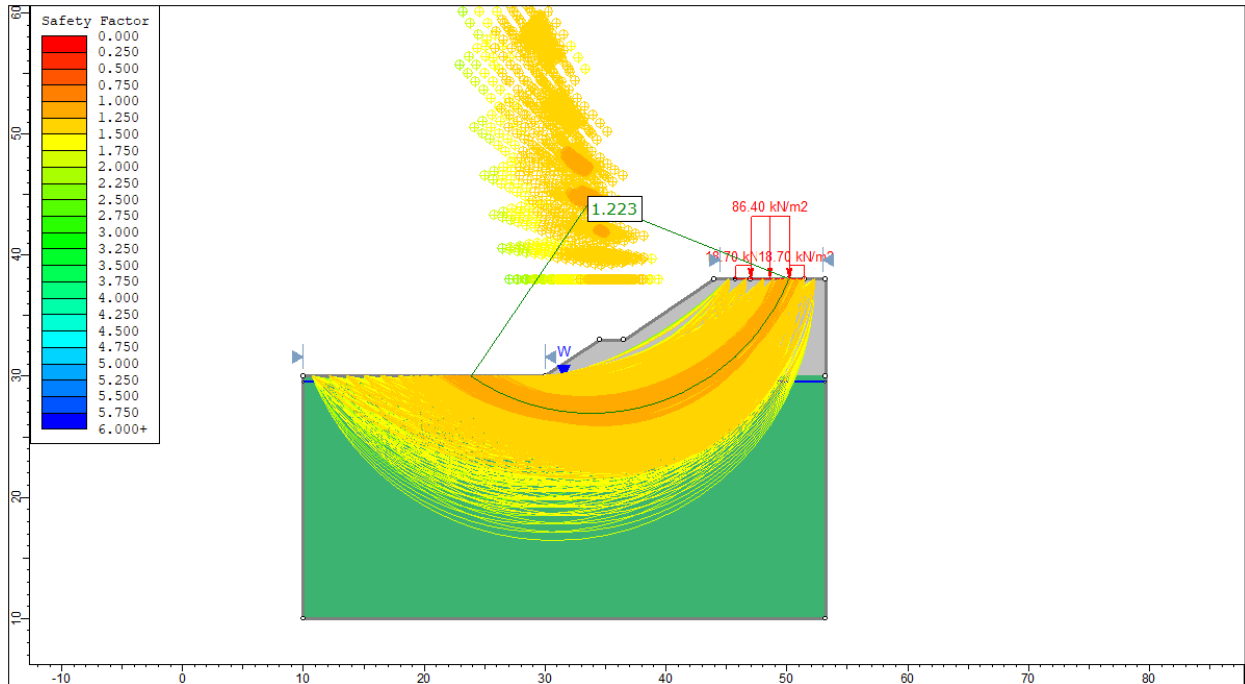


Figura 19. Analisi statica – rilevato H=8m – Condizioni drenate

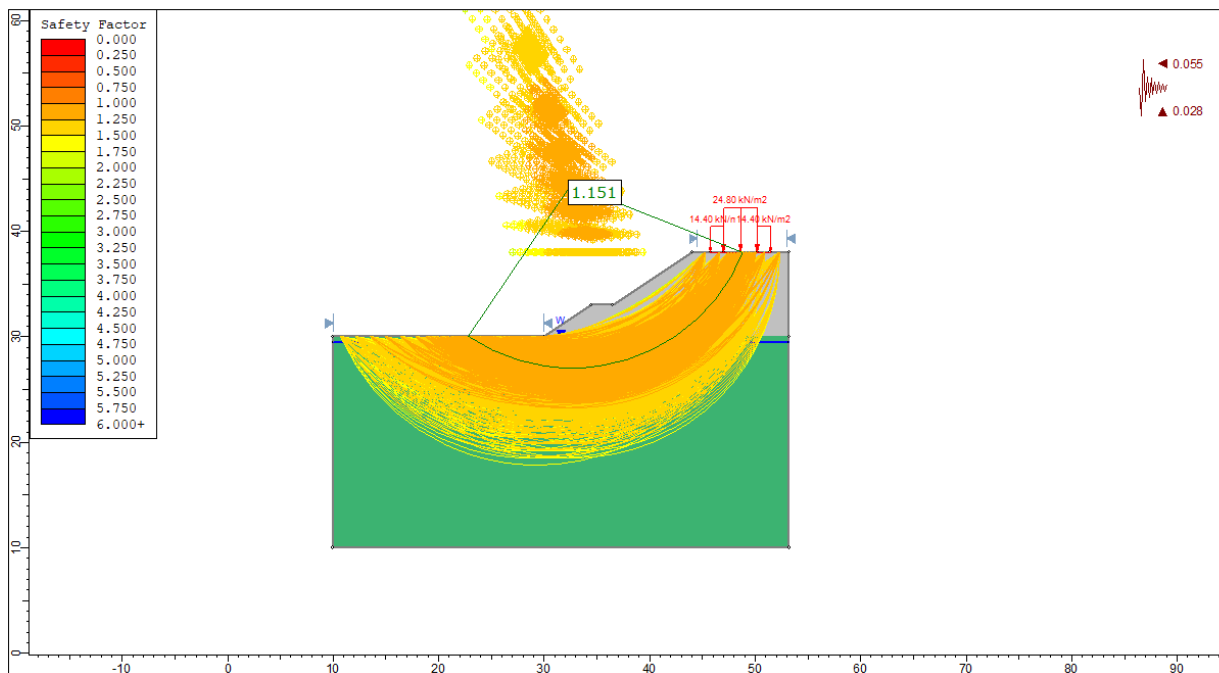


Figura 20. Analisi sismica – rilevato H=8m – Condizioni drenate

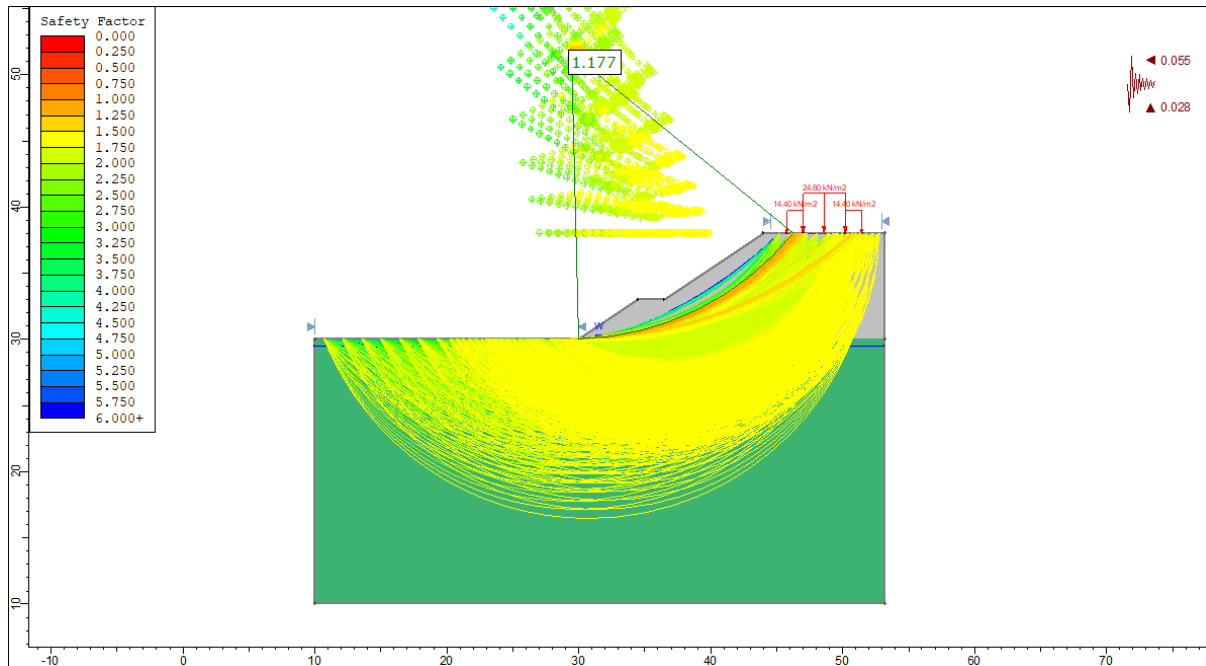


Figura 21. Analisi sismica – rilevato H=8m – Condizioni non drenate

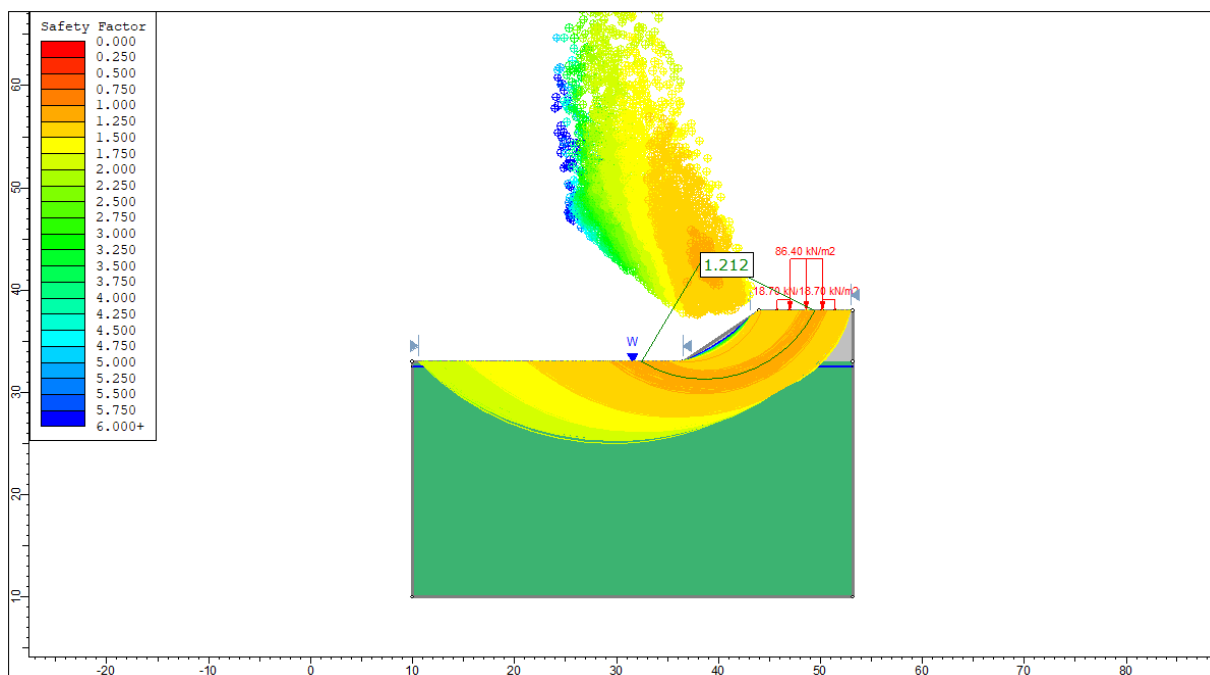


Figura 22. Analisi statica – rilevato H=5m – Condizioni drenate

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	45 di 106

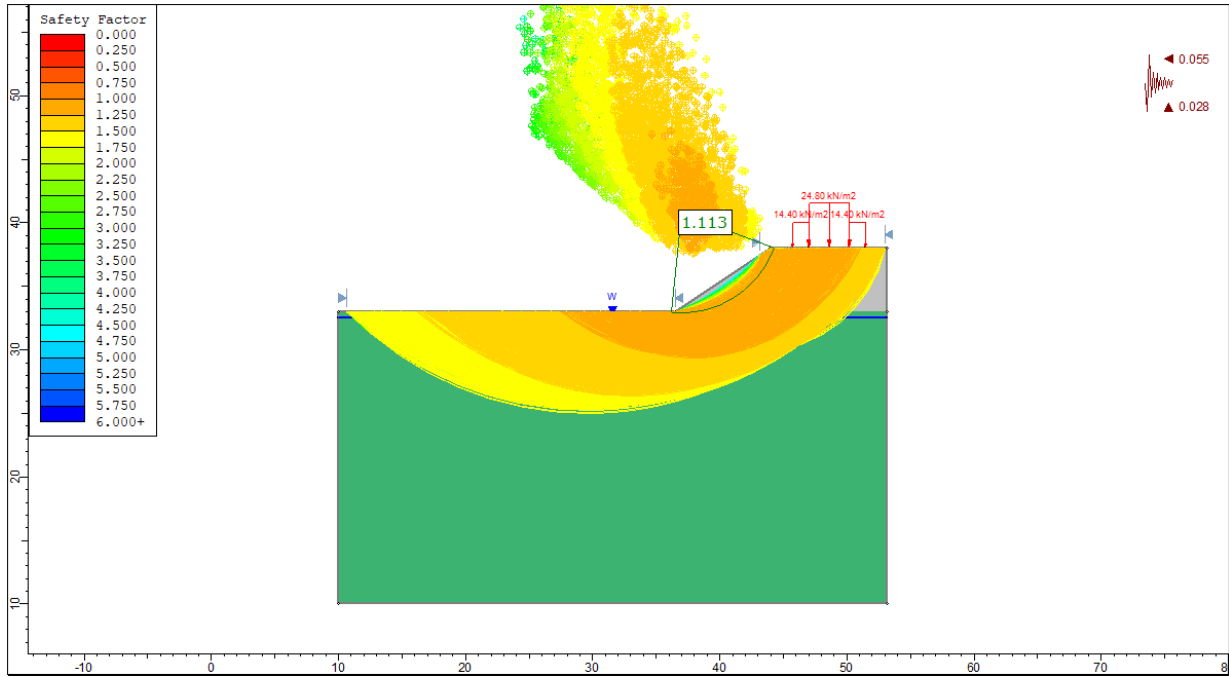


Figura 23. Analisi sismica – rilevato H=5m – Condizioni drenate

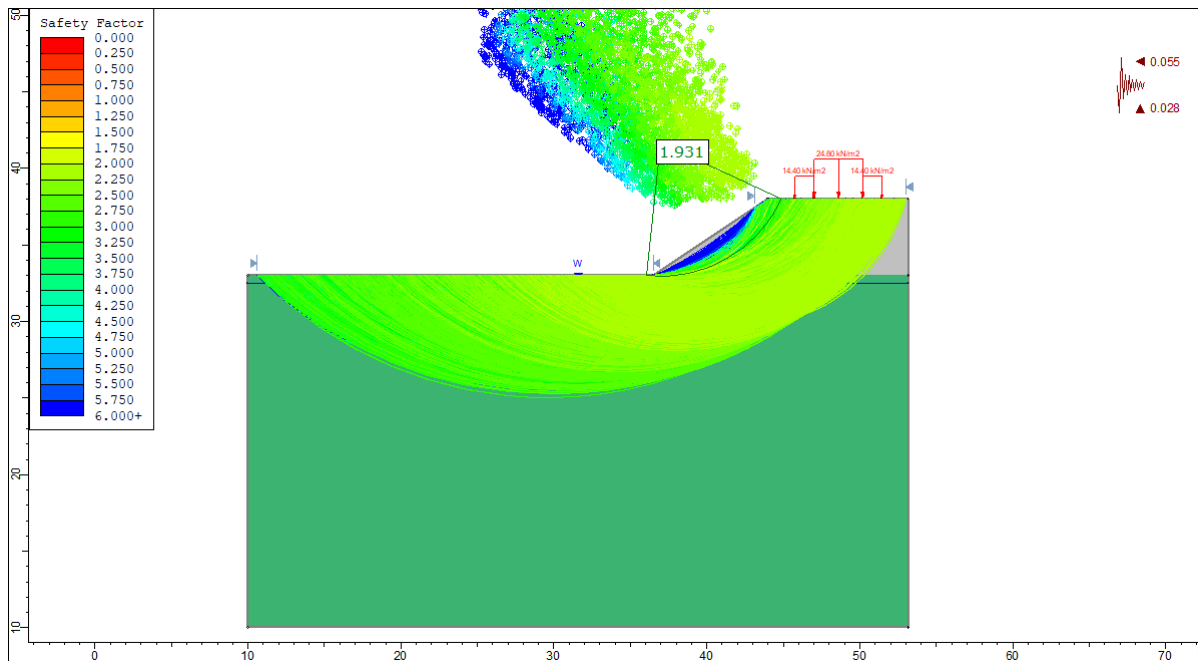


Figura 24. Analisi sismica – rilevato H=5m – Condizioni non drenate



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	46 di 106

6 PIANO DI POSA RILEVATI

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, sono stati definiti gli spessori di bonifica per il piano di posa di rilevati sulla base dei risultati delle indagini in sito eseguite. Lungo il tracciato in esame, le indagini eseguite nei tratti dove sono previsti rilevati, hanno intercettato spessore di coltre vegetale da 0.2 a 0.50 m.

In particolare, lo spessore di bonifica è stato definito tenendo conto dei seguenti aspetti, come previsto da Capitolato Italferr:

- Per i rilevati ferroviari: il terreno vegetale a partire dal p.c. viene asportato per uno spessore minimo di 0.50 m (scotico); dovrà comunque essere asportato tutto lo spessore di terreno vegetale. Qualora lo spessore di vegetale sia maggiore dello spessore di scotico, si dovrà provvedere ad ulteriore bonifica fino ad asportazione di tutto lo spessore vegetale.

Nella seguente tabella si riassumono gli spessori di scotico+bonifica previsti lungo lo sviluppo del tracciato ferroviario.

Opere	SCOTICO [m]	BONIFICA [m]
rilevati	0.50	0.50



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	47 di 106

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

7.1 RI08 - Sezione H=8 m – cedimenti totali

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H8m

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 3.0 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	12.0	10000.	15000.	19.0	9.0	24
2	12.0	17.0	40000.	40000.	21.0	11.0	10
3	17.0	20.0	60000.	60000.	21.0	11.0	6
4	20.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	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 = 8.0 m
 Larghezza sommità = 9.2 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa
 Quota banca = 3.0 m
 Larghezza banca = 2.0 m

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	30.0	.00	.00	34.94	927.76	972.454
2	30.0	.00	.00	30.44	927.76	847.269
3	33.3	.00	.00	21.69	927.76	670.887
4	33.3	.00	.00	16.70	927.76	516.337
5	33.3	.00	.00	11.70	927.76	361.788

Carico totale = 3368.735 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	48 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H8m

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	160.0	79.9	80.0	.5	10104.
.8	160.0	79.2	79.7	1.4	10313.
1.3	160.0	77.8	79.3	2.4	10521.
1.8	159.9	75.8	78.6	3.3	10729.
2.3	159.7	73.4	77.7	4.3	10938.
2.8	159.4	70.6	76.6	5.2	11146.
3.3	158.9	67.6	75.5	5.9	11354.
3.8	158.2	64.4	74.2	6.4	11563.
4.3	157.4	61.2	72.9	6.8	11771.
4.8	156.4	58.1	71.5	7.3	11979.
5.3	155.2	55.0	70.1	7.7	12188.
5.8	153.9	52.0	68.6	8.2	12396.
6.3	152.4	49.1	67.2	8.6	12604.
6.8	150.8	46.4	65.7	9.1	12813.
7.3	149.2	43.7	64.3	9.5	13021.
7.8	147.4	41.3	62.9	10.0	13229.
8.3	145.6	38.9	61.5	10.4	13438.
8.8	143.8	36.7	60.2	10.9	13646.
9.3	141.9	34.6	58.8	11.3	13854.
9.8	140.0	32.7	57.5	11.8	14063.
10.3	138.0	30.8	56.3	12.2	14271.
10.8	136.1	29.1	55.1	12.7	14479.
11.3	134.1	27.5	53.9	13.1	14688.
11.8	132.2	25.9	52.7	13.6	14896.
12.3	130.3	24.5	51.6	14.1	40000.
12.8	128.3	23.1	50.5	14.6	40000.
13.3	126.4	21.9	49.4	15.2	40000.
13.8	124.5	20.7	48.4	15.7	40000.
14.3	122.7	19.6	47.4	16.3	40000.
14.8	120.8	18.5	46.5	16.8	40000.
15.3	119.0	17.6	45.5	17.4	40000.
15.8	117.2	16.6	44.6	17.9	40000.
16.3	115.5	15.8	43.7	18.5	40000.
16.8	113.8	15.0	42.9	19.0	40000.
17.3	112.1	14.2	42.1	19.6	60000.
17.8	110.4	13.5	41.3	20.1	60000.
18.3	108.7	12.8	40.5	20.7	60000.
18.8	107.1	12.2	39.8	21.2	60000.
19.3	105.6	11.6	39.0	21.8	60000.
19.8	104.0	11.0	38.3	22.3	60000.
22.0	97.4	8.8	35.4	24.8	80000.
26.0	87.2	6.1	31.1	29.2	80000.
30.0	78.6	4.4	27.6	33.6	80000.
34.0	71.3	3.2	24.8	38.0	80000.
38.0	65.2	2.4	22.5	42.4	80000.
42.0	59.9	1.9	20.6	46.8	80000.
46.0	55.4	1.5	18.9	51.2	80000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	49 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H8m

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	151.5			
.5	145.9	.0	.5	5.5
1.0	140.5	.5	1.0	5.4
1.5	135.1	1.0	1.5	5.4
2.0	129.8	1.5	2.0	5.3
2.5	124.6	2.0	2.5	5.2
3.0	119.4	2.5	3.0	5.2
3.5	114.3	3.0	3.5	5.1
4.0	109.3	3.5	4.0	5.0
4.5	104.3	4.0	4.5	5.0
5.0	99.4	4.5	5.0	4.9
5.5	94.6	5.0	5.5	4.8
6.0	89.8	5.5	6.0	4.7
6.5	85.2	6.0	6.5	4.7
7.0	80.6	6.5	7.0	4.6
7.5	76.1	7.0	7.5	4.5
8.0	71.7	7.5	8.0	4.4
8.5	67.4	8.0	8.5	4.3
9.0	63.2	8.5	9.0	4.2
9.5	59.1	9.0	9.5	4.1
10.0	55.1	9.5	10.0	4.0
10.5	51.2	10.0	10.5	3.9
11.0	47.3	10.5	11.0	3.8
11.5	43.6	11.0	11.5	3.7
12.0	40.0	11.5	12.0	3.6
12.5	38.6	12.0	12.5	1.3
13.0	37.3	12.5	13.0	1.3
13.5	36.0	13.0	13.5	1.3
14.0	34.7	13.5	14.0	1.3
14.5	33.4	14.0	14.5	1.3
15.0	32.1	14.5	15.0	1.3
15.5	30.9	15.0	15.5	1.3
16.0	29.6	15.5	16.0	1.2
16.5	28.4	16.0	16.5	1.2
17.0	27.2	16.5	17.0	1.2
17.5	26.4	17.0	17.5	.8
18.0	25.6	17.5	18.0	.8
18.5	24.9	18.0	18.5	.8
19.0	24.1	18.5	19.0	.8
19.5	23.4	19.0	19.5	.8
20.0	22.6	19.5	20.0	.7
24.0	18.4	20.0	24.0	4.2
28.0	14.6	24.0	28.0	3.8
32.0	11.1	28.0	32.0	3.4
36.0	8.0	32.0	36.0	3.1
40.0	5.1	36.0	40.0	2.9
44.0	2.5	40.0	44.0	2.7
48.0	.0	44.0	48.0	2.5

Cedimento totale = 151.5 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	50 di 106

7.2 RI08 - Sezione H=8 m – cedimenti immediati

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H8m

Coefficiente di Frolich = 3
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 3.0 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	12.0	22500.	40500.	19.0	9.0	24
2	12.0	17.0	67500.	67500.	21.0	11.0	10
3	17.0	20.0	112500.	112500.	21.0	11.0	6
4	20.0	100.0	135000.	135000.	21.0	11.0	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 = 8.0 m
 Larghezza sommità = 9.2 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa
 Quota banca = 3.0 m
 Larghezza banca = 2.0 m

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	30.0	.00	.00	34.94	927.76	972.454
2	30.0	.00	.00	30.44	927.76	847.269
3	33.3	.00	.00	21.69	927.76	670.887
4	33.3	.00	.00	16.70	927.76	516.337
5	33.3	.00	.00	11.70	927.76	361.788

Carico totale = 3368.735 MN

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	51 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A
Rilevato illimitato - cedimento immediato H8m

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	160.0	154.8	157.4	.5	22875.
.8	160.0	144.4	152.2	1.4	23625.
1.3	159.8	134.2	147.0	2.4	24375.
1.8	159.4	124.5	141.9	3.3	25125.
2.3	158.9	115.2	137.0	4.3	25875.
2.8	158.1	106.4	132.2	5.2	26625.
3.3	157.0	98.3	127.6	5.9	27375.
3.8	155.7	90.7	123.2	6.4	28125.
4.3	154.2	83.8	119.0	6.8	28875.
4.8	152.5	77.4	114.9	7.3	29625.
5.3	150.7	71.5	111.0	7.7	30375.
5.8	148.7	66.1	107.4	8.2	31125.
6.3	146.6	61.2	103.8	8.6	31875.
6.8	144.5	56.7	100.5	9.1	32625.
7.3	142.2	52.5	97.3	9.5	33375.
7.8	140.0	48.7	94.3	10.0	34125.
8.3	137.7	45.3	91.4	10.4	34875.
8.8	135.4	42.1	88.7	10.9	35625.
9.3	133.2	39.2	86.1	11.3	36375.
9.8	130.9	36.5	83.6	11.8	37125.
10.3	128.6	34.0	81.2	12.2	37875.
10.8	126.4	31.7	79.0	12.7	38625.
11.3	124.2	29.7	76.8	13.1	39375.
11.8	122.0	27.7	74.8	13.6	40125.
12.3	119.9	25.9	72.8	14.1	67500.
12.8	117.8	24.3	70.9	14.6	67500.
13.3	115.7	22.8	69.1	15.2	67500.
13.8	113.7	21.4	67.4	15.7	67500.
14.3	111.7	20.1	65.8	16.3	67500.
14.8	109.8	18.8	64.2	16.8	67500.
15.3	107.9	17.7	62.7	17.4	67500.
15.8	106.0	16.7	61.2	17.9	67500.
16.3	104.2	15.7	59.8	18.5	67500.
16.8	102.4	14.8	58.5	19.0	67500.
17.3	100.7	14.0	57.2	19.6	112500.
17.8	99.0	13.2	56.0	20.1	112500.
18.3	97.4	12.5	54.8	20.7	112500.
18.8	95.8	11.8	53.6	21.2	112500.
19.3	94.2	11.2	52.5	21.8	112500.
19.8	92.7	10.6	51.5	22.3	112500.
22.0	86.3	8.3	47.1	24.8	135000.
26.0	76.5	5.7	40.9	29.2	135000.
30.0	68.5	4.0	36.0	33.6	135000.
34.0	61.9	2.9	32.1	38.0	135000.
38.0	56.3	2.2	28.9	42.4	135000.
42.0	51.6	1.6	26.3	46.8	135000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	52 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento immediato H8m

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	34.8			
.5	34.7	.0	.5	.1
1.0	34.5	.5	1.0	.2
1.5	34.1	1.0	1.5	.4
2.0	33.6	1.5	2.0	.5
2.5	32.9	2.0	2.5	.6
3.0	32.2	2.5	3.0	.7
3.5	31.4	3.0	3.5	.8
4.0	30.5	3.5	4.0	.9
4.5	29.6	4.0	4.5	.9
5.0	28.7	4.5	5.0	1.0
5.5	27.7	5.0	5.5	1.0
6.0	26.7	5.5	6.0	1.0
6.5	25.7	6.0	6.5	1.0
7.0	24.7	6.5	7.0	1.0
7.5	23.7	7.0	7.5	1.0
8.0	22.7	7.5	8.0	1.0
8.5	21.7	8.0	8.5	1.0
9.0	20.7	8.5	9.0	1.0
9.5	19.7	9.0	9.5	1.0
10.0	18.8	9.5	10.0	1.0
10.5	17.8	10.0	10.5	.9
11.0	16.9	10.5	11.0	.9
11.5	16.0	11.0	11.5	.9
12.0	15.1	11.5	12.0	.9
12.5	14.6	12.0	12.5	.5
13.0	14.1	12.5	13.0	.5
13.5	13.6	13.0	13.5	.5
14.0	13.1	13.5	14.0	.5
14.5	12.6	14.0	14.5	.5
15.0	12.1	14.5	15.0	.5
15.5	11.6	15.0	15.5	.5
16.0	11.1	15.5	16.0	.5
16.5	10.6	16.0	16.5	.5
17.0	10.1	16.5	17.0	.5
17.5	9.8	17.0	17.5	.3
18.0	9.5	17.5	18.0	.3
18.5	9.2	18.0	18.5	.3
19.0	8.9	18.5	19.0	.3
19.5	8.7	19.0	19.5	.3
20.0	8.4	19.5	20.0	.3
24.0	6.7	20.0	24.0	1.7
28.0	5.1	24.0	28.0	1.6
32.0	3.6	28.0	32.0	1.4
36.0	2.3	32.0	36.0	1.3
40.0	1.1	36.0	40.0	1.2
44.0	.0	40.0	44.0	1.1

Cedimento totale = 34.8 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	53 di 106

7.3 RI03 - Sezione 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

PA-CA Lotto 5A RI03
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 10.0 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	6.5	10000.	12000.	19.0	9.0	13
2	6.5	15.0	20000.	30000.	21.0	11.0	17
3	15.0	20.0	30000.	60000.	21.0	11.0	10
4	20.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	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' = 9.2 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommità' = .0 kPa

pag./ 2

PA-CA Lotto 5A RI03
 Rilevato illimitato - cedimento totale 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	20.0	.00	.00	22.69	667.85	303.114
2	20.0	.00	.00	19.69	667.85	263.063
3	20.0	.00	.00	16.70	667.85	223.012
4	20.0	.00	.00	13.70	667.85	182.961



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	54 di 106

5	20.0	.00	.00	10.70	667.85	142.910

Carico totale =						1115.059 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	55 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A RI03
 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	10077.
.8	100.0	49.3	49.8	1.4	10231.
1.3	100.0	48.0	49.3	2.4	10385.
1.8	99.9	46.3	48.7	3.3	10538.
2.3	99.7	44.1	47.9	4.3	10692.
2.8	99.4	41.7	47.0	5.2	10846.
3.3	98.9	39.2	46.0	6.2	11000.
3.8	98.2	36.6	44.9	7.1	11154.
4.3	97.4	34.0	43.8	8.1	11308.
4.8	96.4	31.5	42.6	9.0	11462.
5.3	95.3	29.0	41.4	10.0	11615.
5.8	94.0	26.8	40.3	10.9	11769.
6.3	92.6	24.6	39.1	11.9	11923.
6.8	91.2	22.7	38.0	12.9	20294.
7.3	89.7	20.8	36.8	13.9	20882.
7.8	88.1	19.2	35.7	15.0	21471.
8.3	86.5	17.6	34.7	16.0	22059.
8.8	84.8	16.2	33.7	17.1	22647.
9.3	83.2	14.9	32.7	18.1	23235.
9.8	81.5	13.7	31.8	19.2	23824.
10.3	79.9	12.6	30.8	20.0	24412.
10.8	78.3	11.7	30.0	20.5	25000.
11.3	76.7	10.8	29.1	21.1	25588.
11.8	75.1	9.9	28.3	21.6	26176.
12.3	73.5	9.2	27.6	22.2	26765.
12.8	72.0	8.5	26.8	22.7	27353.
13.3	70.5	7.9	26.1	23.3	27941.
13.8	69.1	7.3	25.5	23.8	28529.
14.3	67.7	6.8	24.8	24.4	29118.
14.8	66.3	6.3	24.2	24.9	29706.
15.3	64.9	5.9	23.6	25.5	31500.
15.8	63.6	5.5	23.0	26.0	34500.
16.3	62.3	5.1	22.5	26.6	37500.
16.8	61.1	4.8	22.0	27.1	40500.
17.3	59.9	4.5	21.5	27.7	43500.
17.8	58.8	4.2	21.0	28.2	46500.
18.3	57.6	3.9	20.5	28.8	49500.
18.8	56.5	3.7	20.1	29.3	52500.
19.3	55.5	3.5	19.6	29.9	55500.
19.8	54.4	3.2	19.2	30.4	58500.
22.0	50.2	2.5	17.5	32.9	80000.
26.0	43.9	1.6	15.1	37.3	80000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	56 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A RI03
 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	76.0			
.5	72.5	.0	.5	3.5
1.0	69.1	.5	1.0	3.4
1.5	65.6	1.0	1.5	3.4
2.0	62.3	1.5	2.0	3.4
2.5	58.9	2.0	2.5	3.4
3.0	55.5	2.5	3.0	3.4
3.5	52.2	3.0	3.5	3.3
4.0	48.9	3.5	4.0	3.3
4.5	45.6	4.0	4.5	3.3
5.0	42.4	4.5	5.0	3.2
5.5	39.2	5.0	5.5	3.2
6.0	36.1	5.5	6.0	3.1
6.5	33.0	6.0	6.5	3.1
7.0	31.2	6.5	7.0	1.8
7.5	29.4	7.0	7.5	1.7
8.0	27.8	7.5	8.0	1.7
8.5	26.2	8.0	8.5	1.6
9.0	24.6	8.5	9.0	1.5
9.5	23.1	9.0	9.5	1.5
10.0	21.7	9.5	10.0	1.4
10.5	20.4	10.0	10.5	1.4
11.0	19.0	10.5	11.0	1.3
11.5	17.8	11.0	11.5	1.3
12.0	16.6	11.5	12.0	1.2
12.5	15.4	12.0	12.5	1.2
13.0	14.3	12.5	13.0	1.1
13.5	13.2	13.0	13.5	1.1
14.0	12.1	13.5	14.0	1.0
14.5	11.1	14.0	14.5	1.0
15.0	10.2	14.5	15.0	1.0
15.5	9.3	15.0	15.5	.9
16.0	8.5	15.5	16.0	.8
16.5	7.8	16.0	16.5	.7
17.0	7.1	16.5	17.0	.7
17.5	6.5	17.0	17.5	.6
18.0	6.0	17.5	18.0	.6
18.5	5.5	18.0	18.5	.5
19.0	5.0	18.5	19.0	.5
19.5	4.6	19.0	19.5	.4
20.0	4.1	19.5	20.0	.4
24.0	1.9	20.0	24.0	2.2
28.0	.0	24.0	28.0	1.9

Cedimento totale = 76.0 mm

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	57 di 106

7.4 RI03 - Sezione 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

PA-CA Lotto 5A RI03
Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

Coefficiente di Frolich = 3
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondità falda = 10.0 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	6.5	31500.	31500.	19.0	9.0	13
2	6.5	15.0	67500.	67500.	21.0	11.0	17
3	15.0	20.0	90000.	90000.	21.0	11.0	10
4	20.0	100.0	135000.	135000.	21.0	11.0	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' = 9.2 m
Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommità' = .0 kPa

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	20.0	.00	.00	22.69	667.85	303.114
2	20.0	.00	.00	19.69	667.85	263.063
3	20.0	.00	.00	16.70	667.85	223.012
4	20.0	.00	.00	13.70	667.85	182.961
5	20.0	.00	.00	10.70	667.85	142.910

Carico totale = 1115.059 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	58 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A RI03
 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	95.9	98.0	.5	31500.
.8	100.0	87.8	93.9	1.4	31500.
1.3	99.8	80.0	89.9	2.4	31500.
1.8	99.5	72.5	86.0	3.3	31500.
2.3	98.9	65.5	82.2	4.3	31500.
2.8	98.1	59.0	78.5	5.2	31500.
3.3	97.1	53.0	75.0	6.2	31500.
3.8	95.9	47.6	71.7	7.1	31500.
4.3	94.5	42.8	68.6	8.1	31500.
4.8	93.0	38.4	65.6	9.0	31500.
5.3	91.3	34.5	62.9	10.0	31500.
5.8	89.5	31.0	60.2	10.9	31500.
6.3	87.7	27.9	57.8	11.9	31500.
6.8	85.8	25.2	55.4	12.9	67500.
7.3	83.9	22.7	53.3	13.9	67500.
7.8	82.0	20.5	51.2	15.0	67500.
8.3	80.1	18.6	49.3	16.0	67500.
8.8	78.2	16.8	47.5	17.1	67500.
9.3	76.4	15.3	45.8	18.1	67500.
9.8	74.5	13.9	44.2	19.2	67500.
10.3	72.8	12.7	42.6	20.0	67500.
10.8	71.0	11.6	41.2	20.5	67500.
11.3	69.3	10.6	39.9	21.1	67500.
11.8	67.7	9.7	38.6	21.6	67500.
12.3	66.1	8.9	37.4	22.2	67500.
12.8	64.5	8.2	36.3	22.7	67500.
13.3	63.0	7.5	35.2	23.3	67500.
13.8	61.6	6.9	34.2	23.8	67500.
14.3	60.2	6.4	33.2	24.4	67500.
14.8	58.8	5.9	32.3	24.9	67500.
15.3	57.5	5.5	31.4	25.5	90000.
15.8	56.2	5.1	30.5	26.0	90000.
16.3	55.0	4.7	29.8	26.6	90000.
16.8	53.8	4.4	29.0	27.1	90000.
17.3	52.7	4.1	28.3	27.7	90000.
17.8	51.6	3.8	27.6	28.2	90000.
18.3	50.5	3.6	26.9	28.8	90000.
18.8	49.5	3.3	26.3	29.3	90000.
19.3	48.5	3.1	25.7	29.9	90000.
19.8	47.5	2.9	25.1	30.4	90000.
22.0	43.6	2.2	22.8	32.9	135000.
26.0	37.9	1.4	19.5	37.3	135000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	59 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A RI03
 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	15.3			
.5	15.3	.0	.5	.0
1.0	15.1	.5	1.0	.1
1.5	14.9	1.0	1.5	.2
2.0	14.6	1.5	2.0	.3
2.5	14.2	2.0	2.5	.4
3.0	13.7	2.5	3.0	.5
3.5	13.2	3.0	3.5	.5
4.0	12.6	3.5	4.0	.6
4.5	12.0	4.0	4.5	.6
5.0	11.4	4.5	5.0	.6
5.5	10.7	5.0	5.5	.7
6.0	10.0	5.5	6.0	.7
6.5	9.3	6.0	6.5	.7
7.0	8.9	6.5	7.0	.3
7.5	8.6	7.0	7.5	.3
8.0	8.3	7.5	8.0	.3
8.5	7.9	8.0	8.5	.3
9.0	7.6	8.5	9.0	.3
9.5	7.2	9.0	9.5	.3
10.0	6.9	9.5	10.0	.3
10.5	6.6	10.0	10.5	.3
11.0	6.2	10.5	11.0	.3
11.5	5.9	11.0	11.5	.3
12.0	5.6	11.5	12.0	.3
12.5	5.3	12.0	12.5	.3
13.0	5.0	12.5	13.0	.3
13.5	4.6	13.0	13.5	.3
14.0	4.3	13.5	14.0	.3
14.5	4.0	14.0	14.5	.3
15.0	3.7	14.5	15.0	.3
15.5	3.5	15.0	15.5	.2
16.0	3.3	15.5	16.0	.2
16.5	3.1	16.0	16.5	.2
17.0	2.9	16.5	17.0	.2
17.5	2.7	17.0	17.5	.2
18.0	2.5	17.5	18.0	.2
18.5	2.3	18.0	18.5	.2
19.0	2.1	18.5	19.0	.2
19.5	1.9	19.0	19.5	.2
20.0	1.7	19.5	20.0	.2
24.0	.8	20.0	24.0	.9
28.0	.0	24.0	28.0	.8

Cedimento totale = 15.3 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	60 di 106

7.5 RI07 - Sezione H=6.5 m – cedimenti totali

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A RI07
 Rilevato illimitato - cedimento totale H5m

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondità falda = 10.0 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	12.0	10000.	20000.	19.0	9.0	24
2	12.0	15.0	40000.	60000.	21.0	11.0	6
3	15.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	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 = 4.5 m
 Pendenza scarpate = .830 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommità = .0 kPa

pag./ 2

PA-CA Lotto 5A RI07
 Rilevato illimitato - cedimento totale 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	20.0	.00	.00	15.34	420.96	129.180
2	20.0	.00	.00	12.93	420.96	108.893
3	20.0	.00	.00	10.52	420.96	88.605
4	20.0	.00	.00	8.11	420.96	68.318
5	20.0	.00	.00	5.70	420.96	48.030



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	61 di 106

Carico totale = 443.026 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	62 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A RI07
 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	49.8	49.9	.5	10208.
.8	100.0	47.9	49.3	1.4	10625.
1.3	99.7	44.7	48.1	2.4	11042.
1.8	99.1	40.7	46.6	3.3	11458.
2.3	97.9	36.6	44.8	4.3	11875.
2.8	96.4	32.5	43.0	5.2	12292.
3.3	94.4	28.7	41.1	6.2	12708.
3.8	92.2	25.3	39.2	7.1	13125.
4.3	89.8	22.3	37.4	8.1	13542.
4.8	87.3	19.6	35.6	9.0	13958.
5.3	84.7	17.2	34.0	10.0	14375.
5.8	82.1	15.2	32.4	10.9	14792.
6.3	79.6	13.4	31.0	11.9	15208.
6.8	77.0	11.8	29.6	12.8	15625.
7.3	74.6	10.5	28.3	13.8	16042.
7.8	72.2	9.3	27.1	14.7	16458.
8.3	69.8	8.3	26.0	15.7	16875.
8.8	67.6	7.4	25.0	16.6	17292.
9.3	65.5	6.6	24.0	17.6	17708.
9.8	63.4	5.9	23.1	18.5	18125.
10.3	61.5	5.3	22.3	19.2	18542.
10.8	59.6	4.8	21.5	19.7	18958.
11.3	57.8	4.3	20.7	20.1	19375.
11.8	56.1	3.9	20.0	20.6	19792.
12.3	54.4	3.6	19.3	21.1	41667.
12.8	52.9	3.2	18.7	21.6	45000.
13.3	51.4	2.9	18.1	22.2	48333.
13.8	50.0	2.7	17.6	22.7	51667.
14.3	48.6	2.5	17.0	23.3	55000.
14.8	47.4	2.3	16.5	23.8	58333.
17.1	42.0	1.5	14.5	26.4	80000.
21.4	34.7	.9	11.8	31.1	80000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	63 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A RI07
 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	61.1			
.5	57.7	.0	.5	3.4
1.0	54.4	.5	1.0	3.3
1.5	51.1	1.0	1.5	3.3
2.0	47.9	1.5	2.0	3.2
2.5	44.8	2.0	2.5	3.1
3.0	41.8	2.5	3.0	3.0
3.5	38.9	3.0	3.5	2.9
4.0	36.2	3.5	4.0	2.8
4.5	33.5	4.0	4.5	2.7
5.0	31.0	4.5	5.0	2.5
5.5	28.6	5.0	5.5	2.4
6.0	26.3	5.5	6.0	2.3
6.5	24.1	6.0	6.5	2.2
7.0	22.0	6.5	7.0	2.1
7.5	20.1	7.0	7.5	2.0
8.0	18.2	7.5	8.0	1.9
8.5	16.4	8.0	8.5	1.8
9.0	14.8	8.5	9.0	1.7
9.5	13.2	9.0	9.5	1.6
10.0	11.7	9.5	10.0	1.5
10.5	10.2	10.0	10.5	1.4
11.0	8.9	10.5	11.0	1.4
11.5	7.6	11.0	11.5	1.3
12.0	6.3	11.5	12.0	1.2
12.5	5.8	12.0	12.5	.6
13.0	5.3	12.5	13.0	.5
13.5	4.8	13.0	13.5	.5
14.0	4.4	13.5	14.0	.4
14.5	4.0	14.0	14.5	.4
15.0	3.6	14.5	15.0	.4
19.3	1.6	15.0	19.3	2.0
23.5	.0	19.3	23.5	1.6

Cedimento totale = 61.1 mm

7.6 RI07 - Sezione H=6.5 m – cedimenti immediati

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag. / 1

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	64 di 106

PA-CA Lotto 5A RI07
Rilevato illimitato - cedimento immediato H5m

Coefficiente di Frolich = 3
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondita' falda = 10.0 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	12.0	31500.	67500.	19.0	9.0	24
2	12.0	15.0	67500.	90000.	21.0	11.0	6
3	15.0	100.0	135000.	135000.	21.0	11.0	20

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

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 5.0 m
Larghezza sommita' = 4.5 m
Pendenza scarpate = .830 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommita' = .0 kPa

pag./ 2

PA-CA Lotto 5A RI07
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	20.0	.00	.00	15.34	420.96	129.180
2	20.0	.00	.00	12.93	420.96	108.893
3	20.0	.00	.00	10.52	420.96	88.605
4	20.0	.00	.00	8.11	420.96	68.318
5	20.0	.00	.00	5.70	420.96	48.030
Carico totale =						443.026 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	65 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A RI07
 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	93.2	96.6	.5	32250.
.8	99.8	80.0	89.9	1.4	33750.
1.3	99.0	68.0	83.5	2.4	35250.
1.8	97.6	57.4	77.5	3.3	36750.
2.3	95.6	48.4	72.0	4.3	38250.
2.8	93.1	40.9	67.0	5.2	39750.
3.3	90.4	34.6	62.5	6.2	41250.
3.8	87.5	29.4	58.4	7.1	42750.
4.3	84.5	25.0	54.7	8.1	44250.
4.8	81.4	21.4	51.4	9.0	45750.
5.3	78.4	18.4	48.3	10.0	47250.
5.8	75.5	15.8	45.6	10.9	48750.
6.3	72.7	13.7	43.1	11.9	50250.
6.8	70.0	11.9	40.9	12.8	51750.
7.3	67.4	10.4	38.8	13.8	53250.
7.8	64.9	9.1	36.9	14.7	54750.
8.3	62.6	8.0	35.2	15.7	56250.
8.8	60.3	7.1	33.6	16.6	57750.
9.3	58.2	6.3	32.1	17.6	59250.
9.8	56.2	5.6	30.8	18.5	60750.
10.3	54.3	5.0	29.5	19.2	62250.
10.8	52.5	4.4	28.4	19.7	63750.
11.3	50.8	4.0	27.3	20.1	65250.
11.8	49.2	3.6	26.3	20.6	66750.
12.3	47.7	3.2	25.3	21.1	69375.
12.8	46.2	2.9	24.4	21.6	73125.
13.3	44.9	2.7	23.6	22.2	76875.
13.8	43.5	2.4	22.8	22.7	80625.
14.3	42.3	2.2	22.1	23.3	84375.
14.8	41.1	2.0	21.4	23.8	88125.
17.1	36.3	1.4	18.6	26.4	135000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	66 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A RI07
 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	11.1			
.5	11.0	.0	.5	.1
1.0	10.8	.5	1.0	.2
1.5	10.5	1.0	1.5	.3
2.0	10.0	1.5	2.0	.4
2.5	9.6	2.0	2.5	.5
3.0	9.1	2.5	3.0	.5
3.5	8.6	3.0	3.5	.5
4.0	8.1	3.5	4.0	.5
4.5	7.6	4.0	4.5	.5
5.0	7.1	4.5	5.0	.5
5.5	6.6	5.0	5.5	.5
6.0	6.1	5.5	6.0	.5
6.5	5.7	6.0	6.5	.4
7.0	5.3	6.5	7.0	.4
7.5	4.9	7.0	7.5	.4
8.0	4.5	7.5	8.0	.4
8.5	4.1	8.0	8.5	.4
9.0	3.8	8.5	9.0	.3
9.5	3.5	9.0	9.5	.3
10.0	3.1	9.5	10.0	.3
10.5	2.8	10.0	10.5	.3
11.0	2.6	10.5	11.0	.3
11.5	2.3	11.0	11.5	.3
12.0	2.0	11.5	12.0	.3
12.5	1.8	12.0	12.5	.2
13.0	1.6	12.5	13.0	.2
13.5	1.4	13.0	13.5	.2
14.0	1.2	13.5	14.0	.2
14.5	1.0	14.0	14.5	.2
15.0	.8	14.5	15.0	.2
19.3	.0	15.0	19.3	.8

Cedimento totale = 11.1 mm

7.7 RI15 - Sezione H=6 m – cedimenti totali

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag. / 1



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	67 di 106

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H6m

Coefficiente di Frolich = 4
 S'z a quota piano di posa = .0 kPa
 Profondita' falda = 10.0 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	14.0	12000.	12000.	19.0	9.0	28
2	14.0	20.0	60000.	60000.	21.0	11.0	12
3	20.0	100.0	80000.	80000.	21.0	11.0	20

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

Dati riguardanti il rilevato (Y - asse longitudinale)

Altezza complessiva = 6.0 m
 Larghezza sommita' = 9.2 m
 Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
 Peso di volume = 20.0 kN/m3
 Sovraccarico in sommita' = .0 kPa
 Quota banca = 1.0 m
 Larghezza banca = 2.0 m

pag./ 2

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H6m

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	10.0	.00	.00	30.44	807.82	245.912
2	10.0	.00	.00	28.94	807.82	233.800
3	33.3	.00	.00	21.69	807.82	584.155
4	33.3	.00	.00	16.70	807.82	449.586
5	33.3	.00	.00	11.70	807.82	315.016
Carico totale =						1828.469 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	68 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H6m

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	120.0	59.9	60.0	.5	12000.
.8	120.0	59.2	59.7	1.4	12000.
1.3	120.0	57.9	59.3	2.4	12000.
1.8	119.9	56.1	58.7	3.3	12000.
2.3	119.7	53.9	57.9	4.3	12000.
2.8	119.4	51.3	56.9	5.2	12000.
3.3	118.9	48.6	55.8	6.2	12000.
3.8	118.3	45.8	54.7	7.1	12000.
4.3	117.4	43.0	53.5	8.1	12000.
4.8	116.5	40.2	52.2	9.0	12000.
5.3	115.3	37.5	50.9	10.0	12000.
5.8	114.0	35.0	49.7	10.9	12000.
6.3	112.6	32.5	48.4	11.9	12000.
6.8	111.1	30.3	47.1	12.8	12000.
7.3	109.5	28.1	45.9	13.8	12000.
7.8	107.9	26.1	44.7	14.7	12000.
8.3	106.2	24.3	43.5	15.7	12000.
8.8	104.5	22.6	42.4	16.6	12000.
9.3	102.7	21.0	41.2	17.6	12000.
9.8	101.0	19.5	40.2	18.5	12000.
10.3	99.2	18.2	39.1	19.2	12000.
10.8	97.4	16.9	38.1	19.7	12000.
11.3	95.7	15.8	37.2	20.1	12000.
11.8	93.9	14.7	36.2	20.6	12000.
12.3	92.2	13.8	35.3	21.0	12000.
12.8	90.5	12.8	34.5	21.5	12000.
13.3	88.9	12.0	33.6	21.9	12000.
13.8	87.3	11.2	32.8	22.4	12000.
14.3	85.7	10.5	32.1	22.9	60000.
14.8	84.1	9.9	31.3	23.4	60000.
15.3	82.6	9.2	30.6	24.0	60000.
15.8	81.1	8.7	29.9	24.5	60000.
16.3	79.6	8.2	29.3	25.1	60000.
16.8	78.2	7.7	28.6	25.6	60000.
17.3	76.8	7.2	28.0	26.2	60000.
17.8	75.4	6.8	27.4	26.7	60000.
18.3	74.1	6.4	26.8	27.3	60000.
18.8	72.8	6.0	26.3	27.8	60000.
19.3	71.6	5.7	25.8	28.4	60000.
19.8	70.4	5.4	25.2	28.9	60000.
22.0	65.3	4.2	23.2	31.4	80000.
26.0	57.6	2.8	20.1	35.8	80000.
30.0	51.3	2.0	17.7	40.2	80000.
34.0	46.2	1.4	15.9	44.6	80000.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	69 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento totale H6m

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	114.5			
.5	111.0	.0	.5	3.5
1.0	107.5	.5	1.0	3.5
1.5	104.0	1.0	1.5	3.5
2.0	100.4	1.5	2.0	3.6
2.5	96.8	2.0	2.5	3.6
3.0	93.2	2.5	3.0	3.6
3.5	89.5	3.0	3.5	3.6
4.0	85.9	3.5	4.0	3.7
4.5	82.2	4.0	4.5	3.7
5.0	78.5	4.5	5.0	3.7
5.5	74.8	5.0	5.5	3.7
6.0	71.1	5.5	6.0	3.7
6.5	67.4	6.0	6.5	3.7
7.0	63.7	6.5	7.0	3.7
7.5	60.1	7.0	7.5	3.6
8.0	56.5	7.5	8.0	3.6
8.5	52.9	8.0	8.5	3.6
9.0	49.4	8.5	9.0	3.5
9.5	45.9	9.0	9.5	3.5
10.0	42.4	9.5	10.0	3.5
10.5	39.0	10.0	10.5	3.4
11.0	35.6	10.5	11.0	3.4
11.5	32.3	11.0	11.5	3.3
12.0	29.0	11.5	12.0	3.3
12.5	25.8	12.0	12.5	3.2
13.0	22.6	12.5	13.0	3.2
13.5	19.5	13.0	13.5	3.1
14.0	16.4	13.5	14.0	3.1
14.5	15.8	14.0	14.5	.6
15.0	15.2	14.5	15.0	.6
15.5	14.6	15.0	15.5	.6
16.0	14.0	15.5	16.0	.6
16.5	13.5	16.0	16.5	.6
17.0	12.9	16.5	17.0	.6
17.5	12.3	17.0	17.5	.6
18.0	11.8	17.5	18.0	.5
18.5	11.3	18.0	18.5	.5
19.0	10.7	18.5	19.0	.5
19.5	10.2	19.0	19.5	.5
20.0	9.7	19.5	20.0	.5
24.0	6.9	20.0	24.0	2.9
28.0	4.3	24.0	28.0	2.5
32.0	2.1	28.0	32.0	2.3
36.0	.0	32.0	36.0	2.1

Cedimento totale = 114.5 mm

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	70 di 106

7.8 RI15 - Sezione H=6 m – cedimenti immediati

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

(C) G.Guiducci - aprile 1999

pag./ 1

PA-CA Lotto 5A
Rilevato illimitato - cedimento immediato 6m

Coefficiente di Frolich = 3
S'z a quota piano di posa = .0 kPa
Profondità falda = 10.0 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	14.0	33750.	33750.	19.0	9.0	28
2	14.0	20.0	90000.	90000.	21.0	11.0	12
3	20.0	100.0	112500.	112500.	21.0	11.0	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 = 6.0 m
Larghezza sommità = 9.2 m
Pendenza scarpate = .667 (vert/orizz)
Peso di volume = 20.0 kN/m3
Sovraccarico in sommità = .0 kPa
Quota banca = 1.0 m
Larghezza banca = 2.0 m

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	10.0	.00	.00	30.44	807.82	245.912
2	10.0	.00	.00	28.94	807.82	233.800
3	33.3	.00	.00	21.69	807.82	584.155
4	33.3	.00	.00	16.70	807.82	449.586
5	33.3	.00	.00	11.70	807.82	315.016

Carico totale = 1828.469 MN



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	71 di 106

pag. / 3

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento immediato 6m

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	120.0	115.5	117.8	.5	33750.
.8	120.0	106.6	113.3	1.4	33750.
1.3	119.8	98.0	108.9	2.4	33750.
1.8	119.5	89.7	104.5	3.3	33750.
2.3	118.9	81.8	100.3	4.3	33750.
2.8	118.1	74.5	96.3	5.2	33750.
3.3	117.1	67.8	92.4	6.2	33750.
3.8	115.9	61.6	88.7	7.1	33750.
4.3	114.4	55.9	85.2	8.1	33750.
4.8	112.8	50.8	81.8	9.0	33750.
5.3	111.1	46.2	78.6	10.0	33750.
5.8	109.3	42.1	75.6	10.9	33750.
6.3	107.3	38.3	72.8	11.9	33750.
6.8	105.3	34.9	70.1	12.8	33750.
7.3	103.3	31.9	67.6	13.8	33750.
7.8	101.3	29.2	65.2	14.7	33750.
8.3	99.2	26.7	62.9	15.7	33750.
8.8	97.2	24.5	60.8	16.6	33750.
9.3	95.1	22.5	58.7	17.6	33750.
9.8	93.1	20.7	56.8	18.5	33750.
10.3	91.2	19.0	55.0	19.2	33750.
10.8	89.2	17.5	53.3	19.7	33750.
11.3	87.3	16.2	51.7	20.1	33750.
11.8	85.5	14.9	50.1	20.6	33750.
12.3	83.6	13.8	48.7	21.0	33750.
12.8	81.9	12.8	47.3	21.5	33750.
13.3	80.2	11.9	45.9	21.9	33750.
13.8	78.5	11.1	44.7	22.4	33750.
14.3	76.9	10.3	43.5	22.9	90000.
14.8	75.3	9.6	42.3	23.4	90000.
15.3	73.8	8.9	41.2	24.0	90000.
15.8	72.3	8.3	40.2	24.5	90000.
16.3	70.8	7.8	39.2	25.1	90000.
16.8	69.4	7.3	38.3	25.6	90000.
17.3	68.1	6.8	37.3	26.2	90000.
17.8	66.8	6.4	36.5	26.7	90000.
18.3	65.5	6.0	35.6	27.3	90000.
18.8	64.3	5.7	34.8	27.8	90000.
19.3	63.1	5.3	34.1	28.4	90000.
19.8	61.9	5.0	33.3	28.9	90000.
22.0	57.1	3.9	30.3	31.4	112500.
26.0	50.0	2.5	26.1	35.8	112500.
30.0	44.4	1.7	22.9	40.2	112500.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	72 di 106

pag. / 4

PA-CA Lotto 5A
 Rilevato illimitato - cedimento immediato 6m

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	25.2			
.5	25.1	.0	.5	.0
1.0	25.0	.5	1.0	.1
1.5	24.7	1.0	1.5	.2
2.0	24.4	1.5	2.0	.3
2.5	24.0	2.0	2.5	.4
3.0	23.5	2.5	3.0	.5
3.5	22.9	3.0	3.5	.5
4.0	22.3	3.5	4.0	.6
4.5	21.7	4.0	4.5	.7
5.0	21.0	4.5	5.0	.7
5.5	20.3	5.0	5.5	.7
6.0	19.5	5.5	6.0	.7
6.5	18.8	6.0	6.5	.8
7.0	18.0	6.5	7.0	.8
7.5	17.2	7.0	7.5	.8
8.0	16.4	7.5	8.0	.8
8.5	15.6	8.0	8.5	.8
9.0	14.8	8.5	9.0	.8
9.5	14.0	9.0	9.5	.8
10.0	13.2	9.5	10.0	.8
10.5	12.3	10.0	10.5	.8
11.0	11.6	10.5	11.0	.8
11.5	10.8	11.0	11.5	.8
12.0	10.0	11.5	12.0	.8
12.5	9.2	12.0	12.5	.8
13.0	8.4	12.5	13.0	.8
13.5	7.7	13.0	13.5	.8
14.0	6.9	13.5	14.0	.8
14.5	6.6	14.0	14.5	.3
15.0	6.4	14.5	15.0	.3
15.5	6.1	15.0	15.5	.3
16.0	5.8	15.5	16.0	.3
16.5	5.6	16.0	16.5	.3
17.0	5.3	16.5	17.0	.3
17.5	5.1	17.0	17.5	.3
18.0	4.8	17.5	18.0	.3
18.5	4.6	18.0	18.5	.2
19.0	4.3	18.5	19.0	.2
19.5	4.1	19.0	19.5	.2
20.0	3.8	19.5	20.0	.2
24.0	2.4	20.0	24.0	1.4
28.0	1.1	24.0	28.0	1.3
32.0	.0	28.0	32.0	1.1

Cedimento totale = 25.2 mm



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	73 di 106

8 APPENDICE B: ANALISI DI STABILITA' SCARPATE. TABULATI DI CALCOLO SLIDE 7

8.1 Sezione H=8 m – Analisi statica - Condizioni drenate

Slide Analysis Information

H8_SIS

Project Summary

File Name: H8_SIS.slmd
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.819s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	74 di 106

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: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 86.4
Orientation: Normal to boundary

Materials



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	75 di 106

Property	Rilevato	AIIC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	32	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.223300
Center:	33.797, 44.584
Radius:	17.636
Left Slip Surface Endpoint:	23.880, 30.000
Right Slip Surface Endpoint:	50.157, 38.000
Resisting Moment:	21248.5 kN-m
Driving Moment:	17369.8 kN-m
Total Slice Area:	123.777 m2
Surface Horizontal Width:	26.2771 m
Surface Average Height:	4.71044 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4124
 Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.2233

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	0.778495	3.69785	-32.7112	AIIC	4	20.5	5.87328	7.18478	8.51808	0	8.51808	4.74588	4.74588
2	0.522166	6.46972	-30.2263	AIIC	4	20.5	8.02882	9.82166	17.0629	1.49217	15.5708	12.3851	10.8929
3	0.522166	9.37249	-28.2814	AIIC	4	20.5	8.88133	10.8645	22.7224	4.36241	18.36	17.944	13.5816
4	0.522166	12.0503	-26.3713	AIIC	4	20.5	9.63969	11.7922	27.8515	7.01022	20.8412	23.0723	16.0621
5	0.522166	14.5145	-24.4924	AIIC	4	20.5	10.3126	12.6154	32.4896	9.44683	23.0428	27.7916	18.3448
6	0.522166	16.7749	-22.6412	AIIC	4	20.5	10.9071	13.3427	36.6702	11.6819	24.9883	32.1208	20.4389
7	0.522166	18.84	-20.8146	AIIC	4	20.5	11.4294	13.9816	40.4207	13.7239	26.6968	36.0758	22.3519
8	0.522166	20.7171	-19.01	AIIC	4	20.5	11.8843	14.5381	43.7654	15.58	28.1854	39.6709	24.0909
9	0.522166	22.4126	-17.2247	AIIC	4	20.5	12.2762	15.0175	46.7241	17.2564	29.4677	42.9181	25.6617
10	0.522166	23.9318	-15.4565	AIIC	4	20.5	12.6088	15.4244	49.3145	18.7586	30.5559	45.8281	27.0695
11	0.522166	25.2796	-13.7033	AIIC	4	20.5	12.8852	15.7625	51.5515	20.0913	31.4602	48.4096	28.3183
12	0.522166	27.5402	-11.9632	AIIC	4	20.5	13.7841	16.8621	55.6598	21.2586	34.4012	52.7392	31.4806
13	0.522166	32.0967	-10.2341	AIIC	4	20.5	16.142	19.7465	64.3796	22.2636	42.116	61.4653	39.2017
14	0.522166	36.5876	-8.51444	AIIC	4	20.5	18.4664	22.5899	72.8305	23.1095	49.721	70.0659	46.9564



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	76 di 106

15	0.522166	40.9198	-6.80248	AIIC	4	20.5	20.7014	25.324	80.8322	23.7985	57.0337	78.3628	54.5643
16	0.522166	45.0952	-5.09659	AIIC	4	20.5	22.8505	27.953	88.3976	24.3324	64.0652	86.3596	62.0272
17	0.522166	49.1153	-3.39524	AIIC	4	20.5	24.9164	30.4802	95.5375	24.7128	70.8247	94.0593	69.3465
18	0.522166	52.9811	-1.69687	AIIC	4	20.5	26.9016	32.9087	102.26	24.9406	77.3196	101.463	76.5227
19	0.522166	56.6933	0	AIIC	4	20.5	28.8079	35.2407	108.573	25.0165	83.5569	108.573	83.5569
20	0.522166	60.2095	1.69687	AIIC	4	20.5	30.6123	37.448	114.401	24.9406	89.4608	115.308	90.3677
21	0.522166	61.2834	3.39524	AIIC	4	20.5	31.0254	37.9534	115.525	24.7128	90.8123	117.366	92.653
22	0.522166	60.8987	5.09659	AIIC	4	20.5	30.644	37.4868	113.897	24.3324	89.5647	116.63	92.2977
23	0.522166	60.3587	6.80248	AIIC	4	20.5	30.2248	36.974	111.992	23.7985	88.193	115.597	91.7984
24	0.522166	59.8512	8.51444	AIIC	4	20.5	29.8737	36.5445	110.154	23.1095	87.0443	114.626	91.5166
25	0.522166	61.7974	10.2341	AIIC	4	20.5	30.9318	37.8389	112.77	22.2636	90.5062	118.354	96.0907
26	0.522166	64.4163	11.9632	AIIC	4	20.5	32.3822	39.6131	116.51	21.2586	95.2515	123.371	102.113
27	0.522166	66.8713	13.7033	AIIC	4	20.5	33.7575	41.2956	119.843	20.0913	99.7518	128.074	107.983
28	0.522166	69.159	15.4565	AIIC	4	20.5	35.0575	42.8858	122.763	18.7586	104.005	132.457	113.698
29	0.522166	71.2751	17.2247	AIIC	4	20.5	36.2807	44.3822	125.263	17.2564	108.007	136.511	119.255
30	0.522166	73.2151	19.01	AIIC	4	20.5	37.426	45.7832	127.334	15.58	111.754	140.228	124.648
31	0.522166	74.9734	20.8146	AIIC	4	20.5	38.4916	47.0868	128.965	13.7239	115.241	143.598	129.874
32	0.522166	76.5438	22.6412	AIIC	4	20.5	39.4754	48.2903	130.142	11.6819	118.46	146.607	134.925
33	0.522166	77.9188	24.4924	AIIC	4	20.5	40.3747	49.3904	130.849	9.44683	121.402	149.242	139.796
34	0.522166	79.09	26.3713	AIIC	4	20.5	41.1865	50.3834	131.068	7.01022	124.058	151.488	144.477
35	0.522166	80.0476	28.2814	AIIC	4	20.5	41.9067	51.2645	130.777	4.36241	126.415	153.324	148.961
36	0.522166	80.7803	30.2263	AIIC	4	20.5	42.5311	52.0283	129.949	1.49217	128.457	154.729	153.237
37	0.778495	121.238	32.7112	AIIC	4	20.5	42.5284	52.025	128.449	0	128.449	155.763	155.763
38	0.495718	77.0323	35.1999	Rilevato	0	32	58.368	71.4016	114.266	0	114.266	155.44	155.44
39	0.495718	73.983	37.1963	Rilevato	0	32	54.954	67.2252	107.583	0	107.583	149.29	149.29
40	0.495718	70.1104	39.2471	Rilevato	0	32	50.9895	62.3754	99.8216	0	99.8216	141.477	141.477
41	0.495718	65.9395	41.3599	Rilevato	0	32	46.8851	57.3546	91.7866	0	91.7866	133.063	133.063
42	0.495718	61.4406	43.5439	Rilevato	0	32	48.3649	59.1648	94.6835	0	94.6835	140.65	140.65
43	0.495718	56.5772	45.8102	Rilevato	0	32	44.4959	54.4318	87.1092	0	87.1092	132.882	132.882
44	0.495718	51.3035	48.1731	Rilevato	0	32	47.884	58.5765	93.742	0	93.742	147.247	147.247
45	0.495718	45.5606	50.6508	Rilevato	0	32	56.1426	68.6793	109.91	0	109.91	178.383	178.383
46	0.495718	39.2706	53.2675	Rilevato	0	32	50.245	61.4647	98.364	0	98.364	165.693	165.693
47	0.495718	32.3268	56.0563	Rilevato	0	32	44.0505	53.887	86.2372	0	86.2372	151.683	151.683
48	0.495718	24.5755	59.0653	Rilevato	0	32	37.5161	45.8935	73.445	0	73.445	136.044	136.044
49	0.495718	15.781	62.3685	Rilevato	0	32	30.5842	37.4137	59.8744	0	59.8744	118.298	118.298
50	0.495718	5.54338	66.0924	Rilevato	0	32	23.173	28.3475	45.3655	0	45.3655	97.6396	97.6396

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.2233

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	23.8802	30	0	0	0
2	24.6587	29.5	8.82637	0	0
3	25.1809	29.1958	18.2052	0	0
4	25.703	28.9148	29.2213	0	0
5	26.2252	28.656	41.4595	0	0
6	26.7474	28.4181	54.5672	0	0
7	27.2695	28.2003	68.2429	0	0
8	27.7917	28.0018	82.2282	0	0
9	28.3139	27.8219	96.3003	0	0
10	28.836	27.66	110.267	0	0
11	29.3582	27.5156	123.964	0	0
12	29.8804	27.3883	137.249	0	0
13	30.4025	27.2776	150.597	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	77 di 106

14	30.9247	27.1834	165.086	0	0
15	31.4469	27.1052	180.411	0	0
16	31.969	27.0429	196.243	0	0
17	32.4912	26.9963	212.279	0	0
18	33.0134	26.9654	228.235	0	0
19	33.5355	26.9499	243.848	0	0
20	34.0577	26.9499	258.875	0	0
21	34.5798	26.9654	273.072	0	0
22	35.102	26.9963	285.676	0	0
23	35.6242	27.0429	296.355	0	0
24	36.1463	27.1052	305.145	0	0
25	36.6685	27.1834	312.116	0	0
26	37.1907	27.2776	317.619	0	0
27	37.7128	27.3883	321.619	0	0
28	38.235	27.5156	323.968	0	0
29	38.7572	27.66	324.528	0	0
30	39.2793	27.8219	323.174	0	0
31	39.8015	28.0018	319.788	0	0
32	40.3237	28.2003	314.265	0	0
33	40.8458	28.4181	306.511	0	0
34	41.368	28.656	296.444	0	0
35	41.8902	28.9148	283.996	0	0
36	42.4123	29.1958	269.114	0	0
37	42.9345	29.5	251.763	0	0
38	43.713	30	220.611	0	0
39	44.2087	30.3497	209.556	0	0
40	44.7044	30.7259	196.293	0	0
41	45.2001	31.1309	181.116	0	0
42	45.6959	31.5673	164.275	0	0
43	46.1916	32.0384	143.615	0	0
44	46.6873	32.5484	121.228	0	0
45	47.183	33.1023	93.0149	0	0
46	47.6787	33.7069	54.365	0	0
47	48.1745	34.3712	13.9048	0	0
48	48.6702	35.1076	-27.7955	0	0
49	49.1659	35.9348	-69.9681	0	0
50	49.6616	36.8817	-111.522	0	0
51	50.1573	38	0	0	0

Entity Information

Group: SLU statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	30
	10	10
	53.2	10
	53.2	30
	53.2	38
	51.45	38



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	78 di 106

50.2	38
47	38
45.75	38
44	38
36.5	33
34.5	33
30	30
Material Boundary	
X	Y
30	30
53.2	30

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Assigned to materials:		
Water Table	X	
	Y	
Distributed Load	X	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	Y	
Distributed Load	X	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	Y	
Distributed Load	X	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 86.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	Y	

8.2 Sezione H=8 m – Analisi sismica - Condizioni drenate

Slide Analysis Information

H8_SIS

Project Summary

File Name: H8_SIS.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.719s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

General Settings



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	79 di 106

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: Auto Refine Search

Divisions along slope: 20

Circles per division: 10

Number of iterations: 10

Divisions to use in next iteration: 50%



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	80 di 106

Composite Surfaces: Disabled
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): 0.055
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.028

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 24.8
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property	Rilevato	AIIC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	32	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS

1.151220



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	81 di 106

Center:	32.601, 44.522
Radius:	17.507
Left Slip Surface Endpoint:	22.824, 30.000
Right Slip Surface Endpoint:	48.848, 38.000
Resisting Moment:	16300.9 kN-m
Driving Moment:	14159.6 kN-m
Total Slice Area:	111.779 m2
Surface Horizontal Width:	26.0238 m
Surface Average Height:	4.29526 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	6123
Number of Invalid Surfaces:	0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.15122

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	0.787135	3.73889	-32.4243	AIIC	4	20.5	6.26624	7.21382	8.59575	0	8.59575	4.61534	4.61534
2	0.51372	6.32364	-29.9282	AIIC	4	20.5	8.4728	9.75406	16.8404	1.45052	15.3899	11.9628	10.5123
3	0.51372	9.10034	-28.006	AIIC	4	20.5	9.29391	10.6993	22.1594	4.24125	17.9182	17.2165	12.9753
4	0.51372	11.6629	-26.1175	AIIC	4	20.5	10.0227	11.5384	26.9791	6.81678	20.1623	22.0652	15.2484
5	0.51372	14.022	-24.2592	AIIC	4	20.5	10.6678	12.281	31.3362	9.18774	22.1484	26.5286	17.3409
6	0.51372	16.1866	-22.4276	AIIC	4	20.5	11.2362	12.9354	35.2621	11.3633	23.8988	30.6245	19.2612
7	0.51372	18.1647	-20.6199	AIIC	4	20.5	11.7339	13.5083	38.7824	13.3515	25.4309	34.3673	21.0158
8	0.51372	19.9632	-18.8335	AIIC	4	20.5	12.1658	14.0055	41.9198	15.159	26.7608	37.7703	22.6113
9	0.51372	21.588	-17.0659	AIIC	4	20.5	12.5361	14.4318	44.6932	16.792	27.9012	40.8448	24.0528
10	0.51372	23.0442	-15.3149	AIIC	4	20.5	12.8485	14.7915	47.1187	18.2556	28.8631	43.6001	25.3445
11	0.51372	24.3364	-13.5784	AIIC	4	20.5	13.1061	15.088	49.2105	19.5543	29.6562	46.045	26.4907
12	0.51372	25.4682	-11.8546	AIIC	4	20.5	13.3116	15.3246	50.9808	20.6918	30.289	48.1866	27.4948
13	0.51372	26.4429	-10.1416	AIIC	4	20.5	13.4674	15.5039	52.4401	21.6714	30.7687	50.0311	28.3597
14	0.51372	27.8222	-8.43774	AIIC	4	20.5	13.9363	16.0437	54.7084	22.496	32.2124	52.6411	30.1451
15	0.51372	31.6743	-6.74136	AIIC	4	20.5	16.0293	18.4532	61.8244	23.1676	38.6568	59.9296	36.762
16	0.51372	35.711	-5.0509	AIIC	4	20.5	18.2492	21.0089	69.1805	23.6882	45.4923	67.5675	43.8793
17	0.51372	39.5988	-3.36484	AIIC	4	20.5	20.3832	23.4656	76.122	24.059	52.063	74.9236	50.8646
18	0.51372	43.3385	-1.68169	AIIC	4	20.5	22.4339	25.8264	82.6585	24.2811	58.3774	81.9999	57.7188
19	0.51372	46.9309	0	AIIC	4	20.5	24.4036	28.0939	88.7973	24.3551	64.4422	88.7973	64.4422
20	0.51372	50.3761	1.68169	AIIC	4	20.5	26.294	30.2702	94.5441	24.2811	70.263	95.3161	71.035
21	0.51372	53.6738	3.36484	AIIC	4	20.5	28.1068	32.3571	99.9035	24.059	75.8445	101.556	77.497
22	0.51372	56.8236	5.0509	AIIC	4	20.5	29.8429	34.3558	104.878	23.6882	81.1902	107.516	83.8278
23	0.51372	58.6871	6.74136	AIIC	4	20.5	30.8303	35.4925	107.398	23.1676	84.2305	111.042	87.8748
24	0.51372	58.0864	8.43774	AIIC	4	20.5	30.3985	34.9954	105.397	22.496	82.9009	109.906	87.4102
25	0.51372	57.266	10.1416	AIIC	4	20.5	29.8904	34.4104	103.008	21.6714	81.3363	108.354	86.683
26	0.51372	56.2913	11.8546	AIIC	4	20.5	29.3456	33.7832	100.351	20.6918	79.6588	106.51	85.8186
27	0.51372	56.6192	13.5784	AIIC	4	20.5	29.5956	34.0711	99.9829	19.5543	80.4286	107.131	87.5768
28	0.51372	58.8318	15.3149	AIIC	4	20.5	30.9465	35.6262	102.844	18.2556	84.588	111.318	93.0626
29	0.51372	60.8944	17.0659	AIIC	4	20.5	32.2285	37.1021	105.328	16.792	88.5356	115.221	98.4294
30	0.51372	62.7884	18.8335	AIIC	4	20.5	33.4326	38.4883	107.402	15.159	92.2433	118.806	103.647
31	0.51372	64.5086	20.6199	AIIC	4	20.5	34.5574	39.7832	109.058	13.3515	95.7066	122.061	108.71
32	0.51372	66.0493	22.4276	AIIC	4	20.5	35.601	40.9846	110.283	11.3633	98.9197	124.977	113.613



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	82 di 106

33	0.51372	67.4034	24.2592	AIIC	4	20.5	36.561	42.0897	111.063	9.18774	101.875	127.54	118.352
34	0.51372	68.5631	26.1175	AIIC	4	20.5	37.4344	43.0952	111.382	6.81678	104.565	129.735	122.918
35	0.51372	69.5193	28.006	AIIC	4	20.5	38.218	43.9973	111.219	4.24125	106.978	131.545	127.304
36	0.51372	70.2614	29.9282	AIIC	4	20.5	38.9076	44.7912	110.551	1.45052	109.101	132.95	131.499
37	0.393567	54.1958	31.6548	AIIC	4	20.5	39.1159	45.031	109.742	0	109.742	133.858	133.858
38	0.393567	54.3916	33.1809	AIIC	4	20.5	38.8539	44.7294	108.936	0	108.936	134.342	134.342
39	0.539116	74.5035	35.0278	Rilevato	0	32	52.8224	60.8102	97.3166	0	97.3166	134.342	134.342
40	0.539116	74.1344	37.213	Rilevato	0	32	51.3798	59.1495	94.6591	0	94.6591	133.677	133.677
41	0.539116	73.4097	39.4636	Rilevato	0	32	49.6589	57.1683	91.4884	0	91.4884	132.371	132.371
42	0.539116	70.3863	41.7897	Rilevato	0	32	46.3871	53.4017	85.4606	0	85.4606	126.92	126.92
43	0.539116	64.9619	44.2037	Rilevato	0	32	41.614	47.9069	76.667	0	76.667	117.14	117.14
44	0.539116	59.0486	46.7214	Rilevato	0	32	36.6621	42.2062	67.544	0	67.544	106.478	106.478
45	0.539116	52.5754	49.363	Rilevato	0	32	35.0968	40.4041	64.66	0	64.66	105.555	105.555
46	0.539116	45.4478	52.1558	Rilevato	0	32	30.79	35.4461	56.7256	0	56.7256	96.3567	96.3567
47	0.539116	37.5346	55.1374	Rilevato	0	32	26.4009	30.3932	48.6394	0	48.6394	86.5368	86.5368
48	0.539116	28.6449	58.3631	Rilevato	0	32	22.0635	25.3999	40.6484	0	40.6484	76.4603	76.4603
49	0.539116	18.4796	61.9197	Rilevato	0	32	15.6401	18.0052	28.8144	0	28.8144	58.1299	58.1299
50	0.539116	6.51587	65.9603	Rilevato	0	32	8.95068	10.3042	16.4901	0	16.4901	36.5562	36.5562

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.15122

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	22.8241	30	0	0	0
2	23.6112	29.5	9.02256	0	0
3	24.1249	29.2043	18.0059	0	0
4	24.6386	28.931	28.3323	0	0
5	25.1524	28.6792	39.6326	0	0
6	25.6661	28.4477	51.5941	0	0
7	26.1798	28.2356	63.9503	0	0
8	26.6935	28.0423	76.4732	0	0
9	27.2072	27.8671	88.9676	0	0
10	27.721	27.7094	101.266	0	0
11	28.2347	27.5687	113.225	0	0
12	28.7484	27.4447	124.723	0	0
13	29.2621	27.3368	135.655	0	0
14	29.7758	27.2449	145.935	0	0
15	30.2896	27.1687	155.73	0	0
16	30.8033	27.108	165.973	0	0
17	31.317	27.0626	176.521	0	0
18	31.8307	27.0324	187.11	0	0
19	32.3444	27.0173	197.493	0	0
20	32.8582	27.0173	207.443	0	0
21	33.3719	27.0324	216.748	0	0
22	33.8856	27.0626	225.212	0	0
23	34.3993	27.108	232.649	0	0
24	34.913	27.1687	238.731	0	0
25	35.4268	27.2449	243.114	0	0
26	35.9405	27.3368	245.848	0	0
27	36.4542	27.4447	247	0	0
28	36.9679	27.5687	246.678	0	0
29	37.4816	27.7094	244.865	0	0
30	37.9954	27.8671	241.455	0	0
31	38.5091	28.0423	236.35	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	83 di 106

32	39.0228	28.2356	229.467	0	0
33	39.5365	28.4477	220.732	0	0
34	40.0502	28.6792	210.087	0	0
35	40.564	28.931	197.485	0	0
36	41.0777	29.2043	182.9	0	0
37	41.5914	29.5	166.32	0	0
38	41.985	29.7426	152.1	0	0
39	42.3785	30	136.358	0	0
40	42.9176	30.3779	123.952	0	0
41	43.4568	30.7873	108.809	0	0
42	43.9959	31.2311	90.9257	0	0
43	44.535	31.713	70.8728	0	0
44	45.0741	32.2373	49.5261	0	0
45	45.6132	32.8098	27.3649	0	0
46	46.1523	33.438	2.76863	0	0
47	46.6915	34.1319	-22.5015	0	0
48	47.2306	34.9058	-47.9797	0	0
49	47.7697	35.7809	-73.235	0	0
50	48.3088	36.7914	-94.9403	0	0
51	48.8479	38	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	30
	10	10
	53.2	10
	53.2	30
	53.2	38
	51.45	38
	50.2	38
	47	38
	45.75	38
	44	38
	36.5	33
	34.5	33
	30	30
Material Boundary	30	30
	53.2	30

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	+kv	
	X	Y	
Water Table	10	29.5	Assigned to materials:
	53.2	29.5	

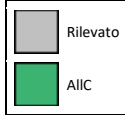


NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	84 di 106

	X	Y	
Distributed Load	47	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	45.75	38	
Distributed Load	51.45	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	50.2	38	
Distributed Load	50.2	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 24.8 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	47	38	



8.3 Sezione H=8 m – Analisi sismica - Condizioni non drenate

Slide Analysis Information

H8_SIS_non dren

Project Summary

File Name: H8_SIS_non dren.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.686s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

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

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	85 di 106

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: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 10
Number of iterations: 10
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
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): 0.055
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.028



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	86 di 106

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 24.8
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property	Rilevato	AIIC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	53.6
Friction Angle [°]	32	
Cohesion Type		Constant
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.177400
Center:	29.468, 51.627
Radius:	21.631
Left Slip Surface Endpoint:	30.004, 30.003
Right Slip Surface Endpoint:	46.268, 38.000
Resisting Moment:	7530.15 kN-m
Driving Moment:	6395.59 kN-m
Total Slice Area:	31.3236 m2
Surface Horizontal Width:	16.2637 m
Surface Average Height:	1.92598 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 5478

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	87 di 106

Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1774

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	0.325274	0.671193	1.84929	Rilevato	0	32	1.04654	1.2322	1.97193	0	1.97193	2.00572	2.00572
2	0.325274	1.99763	2.71158	Rilevato	0	32	3.09049	3.63874	5.82321	0	5.82321	5.96958	5.96958
3	0.325274	3.29213	3.57449	Rilevato	0	32	5.05369	5.95022	9.52235	0	9.52235	9.83805	9.83805
4	0.325274	4.55463	4.4382	Rilevato	0	32	6.9378	8.16856	13.0724	0	13.0724	13.6109	13.6109
5	0.325274	5.78501	5.30293	Rilevato	0	32	8.74427	10.2955	16.4763	0	16.4763	17.2879	17.2879
6	0.325274	6.98316	6.16888	Rilevato	0	32	10.4745	12.3327	19.7364	0	19.7364	20.8686	20.8686
7	0.325274	8.14892	7.03624	Rilevato	0	32	12.1298	14.2816	22.8553	0	22.8553	24.3525	24.3525
8	0.325274	9.28212	7.90522	Rilevato	0	32	13.7113	16.1437	25.8353	0	25.8353	27.7392	27.7392
9	0.325274	10.3826	8.77604	Rilevato	0	32	15.2202	17.9203	28.6784	0	28.6784	31.0281	31.0281
10	0.325274	11.4501	9.64891	Rilevato	0	32	16.6574	19.6124	31.3865	0	31.3865	34.2185	34.2185
11	0.325274	12.4843	10.524	Rilevato	0	32	18.024	21.2214	33.9612	0	33.9612	37.3096	37.3096
12	0.325274	13.4851	11.4017	Rilevato	0	32	19.3206	22.7481	36.4044	0	36.4044	40.3007	40.3007
13	0.325274	14.4521	12.282	Rilevato	0	32	20.5482	24.1934	38.7176	0	38.7176	43.191	43.191
14	0.325274	15.3628	13.1653	Rilevato	0	32	21.6761	25.5214	40.8428	0	40.8428	45.9131	45.9131
15	0.325274	15.328	14.0518	Rilevato	0	32	21.4611	25.2683	40.4378	0	40.4378	45.8093	45.8093
16	0.325274	14.7808	14.9418	Rilevato	0	32	20.5358	24.1788	38.694	0	38.694	44.1742	44.1742
17	0.325274	14.1984	15.8354	Rilevato	0	32	19.574	23.0464	36.882	0	36.882	42.434	42.434
18	0.325274	13.5802	16.733	Rilevato	0	32	18.5762	21.8716	35.0019	0	35.0019	40.5867	40.5867
19	0.325274	12.9258	17.6349	Rilevato	0	32	17.5426	20.6547	33.0544	0	33.0544	38.631	38.631
20	0.325274	12.2352	18.5413	Rilevato	0	32	16.4744	19.397	31.0419	0	31.0419	36.5674	36.5674
21	0.325274	12.2517	19.4526	Rilevato	0	32	16.3657	19.269	30.8367	0	30.8367	36.6169	36.6169
22	0.325274	12.8959	20.369	Rilevato	0	32	17.0882	20.1196	32.1982	0	32.1982	38.5427	38.5427
23	0.325274	13.5015	21.2908	Rilevato	0	32	17.7458	20.8939	33.4371	0	33.4371	40.3526	40.3526
24	0.325274	14.0677	22.2185	Rilevato	0	32	18.3388	21.5921	34.5546	0	34.5546	42.0454	42.0454
25	0.325274	14.5938	23.1524	Rilevato	0	32	18.8672	22.2142	35.5501	0	35.5501	43.6181	43.6181
26	0.325274	15.079	24.0928	Rilevato	0	32	19.331	22.7603	36.4241	0	36.4241	45.0683	45.0683
27	0.325274	15.5223	25.0402	Rilevato	0	32	19.7303	23.2304	37.1765	0	37.1765	46.3937	46.3937
28	0.325274	15.9228	25.995	Rilevato	0	32	20.0649	23.6244	37.8071	0	37.8071	47.5912	47.5912
29	0.325274	16.2795	26.9576	Rilevato	0	32	20.3347	23.9421	38.3155	0	38.3155	48.6576	48.6576
30	0.325274	16.5912	27.9284	Rilevato	0	32	20.5396	24.1833	38.7012	0	38.7012	49.5894	49.5894
31	0.325274	16.8568	28.9081	Rilevato	0	32	20.6791	24.3476	38.9643	0	38.9643	50.3836	50.3836
32	0.325274	17.0749	29.8972	Rilevato	0	32	20.7531	24.4347	39.1039	0	39.1039	51.0361	51.0361
33	0.325274	17.2442	30.8961	Rilevato	0	32	20.7612	24.4442	39.1188	0	39.1188	51.5422	51.5422
34	0.325274	17.3631	31.9056	Rilevato	0	32	20.7027	24.3754	39.0088	0	39.0088	51.898	51.898
35	0.325274	17.4299	32.9263	Rilevato	0	32	20.5774	24.2278	38.7726	0	38.7726	52.0981	52.0981
36	0.325274	17.4429	33.9589	Rilevato	0	32	20.3845	24.0007	38.4092	0	38.4092	52.1374	52.1374
37	0.325274	17.4001	35.0042	Rilevato	0	32	20.1233	23.6932	37.917	0	37.917	52.0097	52.0097
38	0.325274	17.2994	36.0631	Rilevato	0	32	19.7933	23.3046	37.2951	0	37.2951	51.7091	51.7091
39	0.325274	17.1384	37.1364	Rilevato	0	32	19.3934	22.8338	36.5418	0	36.5418	51.2283	51.2283
40	0.325274	16.9145	38.2251	Rilevato	0	32	18.9229	22.2798	35.6551	0	35.6551	50.5594	50.5594
41	0.325274	16.6249	39.3304	Rilevato	0	32	18.3808	21.6415	34.6335	0	34.6335	49.6943	49.6943
42	0.325274	16.2665	40.4535	Rilevato	0	32	17.7658	20.9175	33.4751	0	33.4751	48.6236	48.6236
43	0.325274	15.8359	41.5957	Rilevato	0	32	17.077	20.1065	32.1771	0	32.1771	47.3365	47.3365
44	0.325274	14.6639	42.7585	Rilevato	0	32	15.6052	18.3736	29.404	0	29.404	43.8336	43.8336
45	0.325274	12.6664	43.9435	Rilevato	0	32	13.2945	15.653	25.0501	0	25.0501	37.8632	37.8632
46	0.325274	10.583	45.1527	Rilevato	0	32	10.9482	12.8904	20.6289	0	20.6289	31.6356	31.6356
47	0.325274	8.40875	46.3881	Rilevato	0	32	8.56761	10.0875	16.1433	0	16.1433	25.1364	25.1364
48	0.325274	6.13736	47.6522	Rilevato	0	32	6.15375	7.24543	11.5951	0	11.5951	18.3467	18.3467



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	88 di 106

49	0.325274	3.76167	48.9476	Rilevato	0	32	6.51574	7.67163	12.2772	0	12.2772	19.7589	19.7589
50	0.325274	1.27339	50.2777	Rilevato	0	32	5.89817	6.9445	11.1135	0	11.1135	18.2123	18.2123

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1774

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	30.0038	30.0025	0	0	0
2	30.3291	30.0131	0.282451	0	0
3	30.6544	30.0285	1.08713	0	0
4	30.9796	30.0488	2.35478	0	0
5	31.3049	30.074	4.02868	0	0
6	31.6302	30.1042	6.05452	0	0
7	31.9555	30.1394	8.38027	0	0
8	32.2807	30.1795	10.9561	0	0
9	32.606	30.2247	13.7342	0	0
10	32.9313	30.2749	16.6689	0	0
11	33.2566	30.3302	19.7162	0	0
12	33.5818	30.3906	22.8343	0	0
13	33.9071	30.4562	25.9829	0	0
14	34.2324	30.527	29.1234	0	0
15	34.5577	30.6031	32.2146	0	0
16	34.8829	30.6845	35.0533	0	0
17	35.2082	30.7713	37.5547	0	0
18	35.5335	30.8636	39.7316	0	0
19	35.8588	30.9614	41.5982	0	0
20	36.184	31.0648	43.1699	0	0
21	36.5093	31.1739	44.4638	0	0
22	36.8346	31.2888	45.5654	0	0
23	37.1598	31.4095	46.5205	0	0
24	37.4851	31.5363	47.3059	0	0
25	37.8104	31.6692	47.9003	0	0
26	38.1357	31.8083	48.2838	0	0
27	38.4609	31.9537	48.4381	0	0
28	38.7862	32.1057	48.3466	0	0
29	39.1115	32.2643	47.9943	0	0
30	39.4368	32.4297	47.3681	0	0
31	39.762	32.6021	46.4567	0	0
32	40.0873	32.7818	45.2505	0	0
33	40.4126	32.9688	43.7419	0	0
34	40.7379	33.1634	41.9257	0	0
35	41.0631	33.3659	39.7984	0	0
36	41.3884	33.5766	37.3593	0	0
37	41.7137	33.7956	34.61	0	0
38	42.039	34.0234	31.5548	0	0
39	42.3642	34.2603	28.201	0	0
40	42.6895	34.5066	24.559	0	0
41	43.0148	34.7628	20.643	0	0
42	43.3401	35.0293	16.4709	0	0
43	43.6653	35.3067	12.0648	0	0
44	43.9906	35.5954	7.45199	0	0
45	44.3159	35.8962	2.87261	0	0
46	44.6411	36.2097	-1.357	0	0
47	44.9664	36.5367	-5.12735	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	89 di 106

48	45.2917	36.8781	-8.31759	0	0
49	45.617	37.235	-10.7934	0	0
50	45.9422	37.6085	-13.4685	0	0
51	46.2675	38	0	0	0



Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	30
	10	10
	53.2	10
	53.2	30
	53.2	38
	51.45	38
	50.2	38
	47	38
	45.75	38
	44	38
	36.5	33
	34.5	33
	30	30
Material Boundary	30	30
	53.2	30

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	+kv
Water Table	X Y 10 29.5 53.2 29.5	Assigned to materials:  Rilevato  AllC
Distributed Load	X Y 47 38 45.75 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	X Y 51.45 38 50.2 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
Distributed Load	X Y 50.2 38 47 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 24.8 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	90 di 106

8.4 Sezione H=5 m – Analisi statica - Condizioni drenate

Slide Analysis Information

H5

Project Summary

File Name: H5.slm
Slide Modeler Version: 8.021
Compute Time: 00h:00m:00.401s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	91 di 106

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: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 18.7
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 86.4
Orientation: Normal to boundary

Materials



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	92 di 106

Property	Rilevato	AllC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	32	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.211740
Center:	38.603, 43.359
Radius:	12.052
Left Slip Surface Endpoint:	32.444, 33.000
Right Slip Surface Endpoint:	49.398, 38.000
Resisting Moment:	7109.23 kN-m
Driving Moment:	5866.98 kN-m
Total Slice Area:	50.4827 m2
Surface Horizontal Width:	16.954 m
Surface Average Height:	2.97764 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 4429
 Number of Invalid Surfaces: 571

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21174

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	0.310551	0.526504	-29.8844	AllC	4	20.5	4.6473	5.63132	4.36316	0	4.36316	1.69253	1.69253
2	0.310551	1.54417	-28.1953	AllC	4	20.5	5.79236	7.01884	8.07425	0	8.07425	4.96902	4.96902
3	0.310551	2.49278	-26.5325	AllC	4	20.5	6.82865	8.27455	11.4328	0	11.4328	8.02331	8.02331
4	0.348511	3.84389	-24.7948	AllC	4	20.5	7.53317	9.12824	14.5057	0.789608	13.7161	11.0257	10.2361
5	0.348511	4.86629	-22.9823	AllC	4	20.5	7.93574	9.61605	17.3251	2.30429	15.0208	13.9595	11.6552
6	0.348511	5.80307	-21.1938	AllC	4	20.5	8.29033	10.0457	19.8622	3.69211	16.17	16.6476	12.9555
7	0.348511	6.65743	-19.4267	AllC	4	20.5	8.60027	10.4213	22.1324	4.95784	17.1745	19.0992	14.1414
8	0.348511	7.43214	-17.6786	AllC	4	20.5	8.86837	10.7462	24.149	6.10557	18.0434	21.3224	15.2168
9	0.348511	8.12964	-15.9474	AllC	4	20.5	9.09706	11.0233	25.9235	7.1389	18.7846	23.324	16.1851
10	0.348511	8.752	-14.2311	AllC	4	20.5	9.28842	11.2552	27.4657	8.06093	19.4048	25.11	17.0491
11	0.348511	9.30103	-12.5277	AllC	4	20.5	9.44427	11.444	28.7843	8.87431	19.91	26.6857	17.8114
12	0.348511	9.77924	-10.8355	AllC	4	20.5	9.56709	11.5928	29.8892	9.58135	20.3078	28.058	18.4767
13	0.348511	11.0507	-9.1528	AllC	4	20.5	10.462	12.6772	33.3924	10.184	23.2084	31.7068	21.5228
14	0.348511	13.0076	-7.47805	AllC	4	20.5	12.0065	14.5487	38.8975	10.6838	28.2137	37.3215	26.6377



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	93 di 106

15	0.348511	14.8959	-5.80971	AIIC	4	20.5	13.4927	16.3497	44.1129	11.0821	33.0308	42.74	31.6579
16	0.348511	16.7164	-4.1463	AIIC	4	20.5	14.9229	18.0827	49.0459	11.38	37.6659	47.9641	36.5841
17	0.348511	18.4696	-2.48639	AIIC	4	20.5	16.2987	19.7498	53.7029	11.5781	42.1248	52.9952	41.4171
18	0.348511	20.1559	-0.828565	AIIC	4	20.5	17.6215	21.3527	58.0888	11.6771	46.4117	57.8339	46.1568
19	0.348511	21.7754	0.828565	AIIC	4	20.5	18.8925	22.8928	62.2082	11.6771	50.5311	62.4814	50.8043
20	0.348511	23.328	2.48639	AIIC	4	20.5	20.1127	24.3714	66.0639	11.5781	54.4858	66.9373	55.3592
21	0.348511	24.8138	4.1463	AIIC	4	20.5	21.2829	25.7893	69.658	11.38	58.278	71.2009	59.8209
22	0.348511	26.2322	5.80971	AIIC	4	20.5	22.4035	27.1472	72.9921	11.0821	61.91	75.2716	64.1895
23	0.348511	27.5828	7.47805	AIIC	4	20.5	23.475	28.4456	76.0664	10.6838	65.3826	79.1478	68.464
24	0.348511	28.8649	9.1528	AIIC	4	20.5	24.4975	29.6846	78.8806	10.184	68.6966	82.8276	72.6436
25	0.348511	30.0776	10.8355	AIIC	4	20.5	25.4711	30.8643	81.4331	9.58135	71.8517	86.3083	76.7269
26	0.348511	31.2198	12.5277	AIIC	4	20.5	26.3953	31.9843	83.7218	8.87431	74.8475	89.5869	80.7126
27	0.348511	32.2902	14.2311	AIIC	4	20.5	27.27	33.0442	85.7432	8.06093	77.6822	92.6593	84.5984
28	0.348511	33.2873	15.9474	AIIC	4	20.5	28.0946	34.0434	87.4934	7.1389	80.3545	95.5215	88.3826
29	0.348511	34.2093	17.6786	AIIC	4	20.5	28.8682	34.9807	88.9672	6.10557	82.8616	98.1684	92.0628
30	0.348511	35.054	19.4267	AIIC	4	20.5	29.5897	35.855	90.158	4.95784	85.2001	100.594	95.6358
31	0.348511	35.8192	21.1938	AIIC	4	20.5	30.2579	36.6647	91.0578	3.69211	87.3657	102.79	99.0982
32	0.348511	36.5018	22.9823	AIIC	4	20.5	30.8712	37.4079	91.6579	2.30429	89.3536	104.751	102.446
33	0.348511	37.0989	24.7948	AIIC	4	20.5	31.4279	38.0824	91.9472	0.789608	91.1576	106.465	105.676
34	0.310551	33.3569	26.5325	AIIC	4	20.5	31.5829	38.2703	91.66	0	91.66	107.429	107.429
35	0.310551	32.5992	28.1953	AIIC	4	20.5	30.6294	37.1149	88.57	0	88.57	104.99	104.99
36	0.310551	31.5816	29.8844	AIIC	4	20.5	29.4611	35.6992	84.7834	0	84.7834	101.714	101.714
37	0.331094	32.4334	31.6606	Rilevato	0	32	38.337	46.4545	74.3428	0	74.3428	97.9837	97.9837
38	0.331094	31.031	33.5295	Rilevato	0	32	36.0319	43.6613	69.8727	0	69.8727	93.7484	93.7484
39	0.331094	29.5244	35.4397	Rilevato	0	32	33.77	40.9204	65.4863	0	65.4863	89.5206	89.5206
40	0.331094	27.9062	37.3965	Rilevato	0	32	38.1026	46.1704	73.8881	0	73.8881	103.016	103.016
41	0.331094	26.1675	39.4059	Rilevato	0	32	35.4121	42.9102	68.6708	0	68.6708	97.7648	97.7648
42	0.331094	24.2979	41.4751	Rilevato	0	32	32.6294	39.5384	63.2747	0	63.2747	92.1175	92.1175
43	0.331094	22.2845	43.6127	Rilevato	0	32	35.4154	42.9142	68.6771	0	68.6771	102.418	102.418
44	0.331094	20.1116	45.8295	Rilevato	0	32	49.5854	60.0846	96.1553	0	96.1553	147.198	147.198
45	0.331094	17.7597	48.1385	Rilevato	0	32	45.8542	55.5634	88.9199	0	88.9199	140.094	140.094
46	0.331094	15.2038	50.557	Rilevato	0	32	41.9605	50.8452	81.3693	0	81.3693	132.375	132.375
47	0.331094	12.4108	53.1071	Rilevato	0	32	37.8854	45.9072	73.467	0	73.467	123.938	123.938
48	0.331094	9.33618	55.8193	Rilevato	0	32	33.6051	40.7207	65.1668	0	65.1668	114.651	114.651
49	0.331094	5.91633	58.7371	Rilevato	0	32	29.0886	35.2478	56.4082	0	56.4082	104.32	104.32
50	0.331094	2.05535	61.9265	Rilevato	0	32	24.2932	29.437	47.1089	0	47.1089	92.6567	92.6567

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21174

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	32.4438	33	0	0	0
2	32.7543	32.8215	2.22033	0	0
3	33.0649	32.6551	5.36145	0	0
4	33.3754	32.5	9.25252	0	0
5	33.724	32.339	14.2105	0	0
6	34.0725	32.1912	19.5339	0	0
7	34.421	32.0561	25.1042	0	0
8	34.7695	31.9331	30.8186	0	0
9	35.118	31.8221	36.5885	0	0
10	35.4665	31.7225	42.3372	0	0
11	35.815	31.6341	47.9985	0	0
12	36.1635	31.5567	53.5154	0	0
13	36.512	31.4899	58.8398	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	94 di 106

14	36.8606	31.4338	64.3571	0	0
15	37.2091	31.388	70.3164	0	0
16	37.5576	31.3526	76.578	0	0
17	37.9061	31.3273	83.0124	0	0
18	38.2546	31.3122	89.4992	0	0
19	38.6031	31.3072	95.9267	0	0
20	38.9516	31.3122	102.19	0	0
21	39.3001	31.3273	108.193	0	0
22	39.6486	31.3526	113.842	0	0
23	39.9972	31.388	119.053	0	0
24	40.3457	31.4338	123.746	0	0
25	40.6942	31.4899	127.845	0	0
26	41.0427	31.5567	131.28	0	0
27	41.3912	31.6341	133.986	0	0
28	41.7397	31.7225	135.901	0	0
29	42.0882	31.8221	136.969	0	0
30	42.4367	31.9331	137.136	0	0
31	42.7852	32.0561	136.356	0	0
32	43.1338	32.1912	134.585	0	0
33	43.4823	32.339	131.785	0	0
34	43.8308	32.5	127.923	0	0
35	44.1413	32.6551	123.508	0	0
36	44.4519	32.8215	118.264	0	0
37	44.7624	33	112.273	0	0
38	45.0935	33.2042	109.774	0	0
39	45.4246	33.4236	106.361	0	0
40	45.7557	33.6592	102.099	0	0
41	46.0868	33.9123	95.9993	0	0
42	46.4179	34.1843	89.0316	0	0
43	46.749	34.477	81.3047	0	0
44	47.0801	34.7924	71.3547	0	0
45	47.4112	35.1333	54.9826	0	0
46	47.7423	35.5028	37.2915	0	0
47	48.0734	35.9052	18.4212	0	0
48	48.4045	36.3463	-1.4541	0	0
49	48.7356	36.8339	-22.1112	0	0
50	49.0667	37.3792	-43.2527	0	0
51	49.3977	38	0	0	0

Entity Information

Group: SLU statica

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	33
	10	10
	53.2	10
	53.2	33
	53.2	38
	51.45	38



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	95 di 106

50.2	38
47	38
45.75	38
44	38
36.5	33
Material Boundary	
X	Y
36.5	33
53.2	33

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Water Table	X Y	Assigned to materials:
	10 32.5 53.2 32.5	
Distributed Load	X Y	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	47 38 45.75 38	
Distributed Load	X Y	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 18.7 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	51.45 38 50.2 38	
Distributed Load	X Y	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 86.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	50.2 38 47 38	

8.5 Sezione H=5 m – Analisi sismica - Condizioni drenate

Slide Analysis Information

H5

Project Summary

File Name: H5.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.428s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

General Settings

Units of Measurement: Metric Units



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	96 di 106

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

Lower Angle [°]: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Invalid Surfaces



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	97 di 106

Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.055
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.028

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 24.8
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property	Rilevato	AIIC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	4
Friction Angle [°]	32	20.5
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS

1.112850



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	98 di 106

Center:	36.980, 40.732
Radius:	7.773
Left Slip Surface Endpoint:	36.184, 33.000
Right Slip Surface Endpoint:	44.257, 38.000
Resisting Moment:	913.691 kN-m
Driving Moment:	821.034 kN-m
Total Slice Area:	10.3271 m2
Surface Horizontal Width:	8.07304 m
Surface Average Height:	1.27921 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces:	4429
Number of Invalid Surfaces:	571

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11285

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	0.159245	0.0223067	-5.29016	AiIC	4	20.5	3.75693	4.18091	0.483853	0	0.483853	0.135983	0.135983
2	0.159245	0.0619659	-4.11225	AiIC	4	20.5	3.81352	4.24387	0.652266	0	0.652266	0.37809	0.37809
3	0.159245	0.265321	-2.93609	AiIC	4	20.5	4.211	4.68621	1.83534	0	1.83534	1.61937	1.61937
4	0.159245	0.623203	-1.76116	AiIC	4	20.5	4.92322	5.4788	3.95522	0	3.95522	3.80384	3.80384
5	0.159245	0.971197	-0.58697	AiIC	4	20.5	5.60529	6.23785	5.9854	0	5.9854	5.92798	5.92798
6	0.159245	1.30932	0.58697	AiIC	4	20.5	6.25786	6.96406	7.92776	0	7.92776	7.99187	7.99187
7	0.159245	1.63756	1.76116	AiIC	4	20.5	6.88147	7.65804	9.7839	0	9.7839	9.99548	9.99548
8	0.159245	1.95591	2.93609	AiIC	4	20.5	7.4766	8.32033	11.5552	0	11.5552	11.9387	11.9387
9	0.159245	2.26436	4.11225	AiIC	4	20.5	8.04369	8.95142	13.2432	0	13.2432	13.8215	13.8215
10	0.159245	2.56285	5.29016	AiIC	4	20.5	8.58312	9.55173	14.8488	0	14.8488	15.6436	15.6436
11	0.162015	2.90191	6.4806	Rilevato	0	32	9.18983	10.2269	16.3665	0	16.3665	17.4104	17.4104
12	0.162015	3.18666	7.68415	Rilevato	0	32	9.97933	11.1055	17.7724	0	17.7724	19.1189	19.1189
13	0.162015	3.46017	8.89112	Rilevato	0	32	10.7156	11.9248	19.0836	0	19.0836	20.7599	20.7599
14	0.162015	3.72232	10.1021	Rilevato	0	32	11.3996	12.686	20.3019	0	20.3019	22.3329	22.3329
15	0.162015	3.97301	11.3176	Rilevato	0	32	12.0324	13.3903	21.4289	0	21.4289	23.8371	23.8371
16	0.162015	4.21208	12.5384	Rilevato	0	32	12.6147	14.0383	22.466	0	22.466	25.2715	25.2715
17	0.162015	4.43938	13.7649	Rilevato	0	32	13.1474	14.6311	23.4147	0	23.4147	26.6355	26.6355
18	0.162015	4.65474	14.9979	Rilevato	0	32	13.6309	15.1692	24.2758	0	24.2758	27.9277	27.9277
19	0.162015	4.85795	16.2381	Rilevato	0	32	14.0659	15.6532	25.0504	0	25.0504	29.1471	29.1471
20	0.162015	5.04879	17.4862	Rilevato	0	32	14.4526	16.0836	25.7392	0	25.7392	30.2922	30.2922
21	0.162015	5.22702	18.7428	Rilevato	0	32	14.7916	16.4608	26.3428	0	26.3428	31.3618	31.3618
22	0.162015	5.39235	20.0089	Rilevato	0	32	15.0828	16.7849	26.8615	0	26.8615	32.3539	32.3539
23	0.162015	5.54449	21.2853	Rilevato	0	32	15.3267	17.0563	27.2958	0	27.2958	33.2669	33.2669
24	0.162015	5.6831	22.5729	Rilevato	0	32	15.5231	17.2749	27.6456	0	27.6456	34.0987	34.0987
25	0.162015	5.80779	23.8726	Rilevato	0	32	15.6722	17.4408	27.9111	0	27.9111	34.8471	34.8471
26	0.162015	5.91817	25.1855	Rilevato	0	32	15.7736	17.5537	28.0919	0	28.0919	35.5095	35.5095
27	0.162015	6.01378	26.5127	Rilevato	0	32	15.8275	17.6136	28.1876	0	28.1876	36.0833	36.0833
28	0.162015	6.0941	27.8555	Rilevato	0	32	15.8332	17.62	28.1979	0	28.1979	36.5654	36.5654
29	0.162015	6.15857	29.2151	Rilevato	0	32	15.7905	17.5725	28.122	0	28.122	36.9524	36.9524
30	0.162015	6.20658	30.593	Rilevato	0	32	15.6991	17.4707	27.9589	0	27.9589	37.2407	37.2407
31	0.162015	6.23741	31.9907	Rilevato	0	32	15.558	17.3137	27.7077	0	27.7077	37.4259	37.4259



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	99 di 106

32	0.162015	6.25028	33.4102	Rilevato	0	32	15.3667	17.1008	27.3669	0	27.3669	37.5033	37.5033
33	0.162015	6.24432	34.8533	Rilevato	0	32	15.1242	16.831	26.9352	0	26.9352	37.4677	37.4677
34	0.162015	6.21854	36.3221	Rilevato	0	32	14.8298	16.5033	26.4109	0	26.4109	37.3132	37.3132
35	0.162015	6.1718	37.8192	Rilevato	0	32	14.4822	16.1165	25.7917	0	25.7917	37.033	37.033
36	0.162015	6.10283	39.3474	Rilevato	0	32	14.0801	15.669	25.0756	0	25.0756	36.6194	36.6194
37	0.162015	6.01016	40.9097	Rilevato	0	32	13.622	15.1592	24.2598	0	24.2598	36.0635	36.0635
38	0.162015	5.89208	42.51	Rilevato	0	32	13.1063	14.5853	23.3413	0	23.3413	35.3552	35.3552
39	0.162015	5.74662	44.1523	Rilevato	0	32	12.5311	13.9452	22.317	0	22.317	34.4826	34.4826
40	0.162015	5.57145	45.8418	Rilevato	0	32	11.8942	13.2365	21.1828	0	21.1828	33.4318	33.4318
41	0.162015	5.36382	47.5844	Rilevato	0	32	11.1933	12.4565	19.9345	0	19.9345	32.1861	32.1861
42	0.162015	5.12039	49.3871	Rilevato	0	32	10.4256	11.6021	18.5673	0	18.5673	30.7255	30.7255
43	0.162015	4.83711	51.2587	Rilevato	0	32	9.58808	10.6701	17.0757	0	17.0757	29.0259	29.0259
44	0.162015	4.50893	53.2101	Rilevato	0	32	8.67722	9.65644	15.4535	0	15.4535	27.0569	27.0569
45	0.162015	4.12946	55.255	Rilevato	0	32	7.68922	8.55695	13.694	0	13.694	24.78	24.78
46	0.162015	3.69038	57.4116	Rilevato	0	32	6.61988	7.36693	11.7895	0	11.7895	22.1454	22.1454
47	0.162015	3.18047	59.7041	Rilevato	0	32	5.46475	6.08145	9.73236	0	9.73236	19.0857	19.0857
48	0.162015	2.58403	62.167	Rilevato	0	32	4.21956	4.69574	7.51475	0	7.51475	15.5067	15.5067
49	0.162015	1.81791	64.8513	Rilevato	0	32	2.78943	3.10422	4.96779	0	4.96779	10.9095	10.9095
50	0.162015	0.644491	67.8399	Rilevato	0	32	0.913007	1.01604	1.626	0	1.626	3.86772	3.86772

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11285

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	36.1837	33	0	0	0
2	36.3429	32.9853	0.603882	0	0
3	36.5022	32.9738	1.21492	0	0
4	36.6614	32.9656	1.88557	0	0
5	36.8207	32.9607	2.65426	0	0
6	36.9799	32.9591	3.50278	0	0
7	37.1392	32.9607	4.41387	0	0
8	37.2984	32.9656	5.37119	0	0
9	37.4577	32.9738	6.35925	0	0
10	37.6169	32.9853	7.36337	0	0
11	37.7761	33	8.36961	0	0
12	37.9382	33.0184	9.39695	0	0
13	38.1002	33.0403	10.4492	0	0
14	38.2622	33.0656	11.5104	0	0
15	38.4242	33.0945	12.5656	0	0
16	38.5862	33.1269	13.6007	0	0
17	38.7482	33.1629	14.6023	0	0
18	38.9103	33.2026	15.5579	0	0
19	39.0723	33.246	16.4555	0	0
20	39.2343	33.2932	17.284	0	0
21	39.3963	33.3443	18.033	0	0
22	39.5583	33.3992	18.6926	0	0
23	39.7203	33.4582	19.2537	0	0
24	39.8823	33.5213	19.7078	0	0
25	40.0444	33.5887	20.047	0	0
26	40.2064	33.6604	20.2641	0	0
27	40.3684	33.7366	20.3526	0	0
28	40.5304	33.8174	20.3067	0	0
29	40.6924	33.903	20.1211	0	0
30	40.8544	33.9936	19.7915	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	100 di 106

31	41.0164	34.0894	19.3142	0	0
32	41.1785	34.1906	18.6865	0	0
33	41.3405	34.2975	17.9064	0	0
34	41.5025	34.4103	16.973	0	0
35	41.6645	34.5294	15.8867	0	0
36	41.8265	34.6552	14.6489	0	0
37	41.9885	34.788	13.2625	0	0
38	42.1505	34.9284	11.7319	0	0
39	42.3126	35.0769	10.0638	0	0
40	42.4746	35.2342	8.26668	0	0
41	42.6366	35.4011	6.35205	0	0
42	42.7986	35.5784	4.33459	0	0
43	42.9606	35.7673	2.23313	0	0
44	43.1226	35.9693	0.0716458	0	0
45	43.2847	36.1859	-2.1192	0	0
46	43.4467	36.4195	-4.29991	0	0
47	43.6087	36.6729	-6.41895	0	0
48	43.7707	36.9502	-8.40773	0	0
49	43.9327	37.2571	-10.1725	0	0
50	44.0947	37.6022	-11.5352	0	0
51	44.2567	38	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	33
	10	10
	53.2	10
	53.2	33
	53.2	38
	51.45	38
	50.2	38
	47	38
	45.75	38
	44	38
	36.5	33
Material Boundary	36.5	33
	53.2	33

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	+kv	
	X	Y	
Water Table	10	32.5	Assigned to materials:
	53.2	32.5	

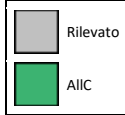


NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	101 di 106

	X	Y	
Distributed Load	47	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	45.75	38	
Distributed Load	51.45	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	50.2	38	
Distributed Load	50.2	38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 24.8 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	47	38	



8.6 Sezione H=5 m – Analisi sismica - Condizioni non drenate

Slide Analysis Information

H5_non dren

Project Summary

File Name: H5_non dren.slmd
 Slide Modeler Version: 8.021
 Compute Time: 00h:00m:00.392s
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Date Created: 02/10/2019, 12:07:21

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

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	102 di 106

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: Not Defined
Minimum Area: Not Defined
Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
Staged pseudostatic analysis: No

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.055
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.028



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	103 di 106

Loading

- 3 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 14.4
Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 3

Distribution: Constant
Magnitude [kPa]: 24.8
Orientation: Normal to boundary

Materials

Property	Rilevato	AllC
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Undrained
Unit Weight [kN/m3]	20	19
Cohesion [kPa]	0	53.6
Friction Angle [°]	32	
Cohesion Type		Constant
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.931410
Center:	36.964, 41.664
Radius:	8.710
Left Slip Surface Endpoint:	36.072, 33.000
Right Slip Surface Endpoint:	44.866, 38.000
Resisting Moment:	2071.88 kN-m
Driving Moment:	1072.73 kN-m
Total Slice Area:	12.2271 m2
Surface Horizontal Width:	8.79325 m
Surface Average Height:	1.39051 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei
 rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	104 di 106

Number of Valid Surfaces: 4429
 Number of Invalid Surfaces: 571

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.93141

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	0.178288	0.027935	-5.28532	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	2.71796	0	2.71796	0.150681	0.150681
2	0.178288	0.0775607	-4.10849	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	2.415	0	2.415	0.421593	0.421593
3	0.178288	0.191514	-2.93341	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	2.46527	0	2.46527	1.04321	1.04321
4	0.178288	0.606512	-1.75955	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	4.1586	0	4.1586	3.30608	3.30608
5	0.178288	1.0427	-0.586435	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	5.96852	0	5.96852	5.68447	5.68447
6	0.178288	1.46652	0.586435	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	7.7114	0	7.7114	7.99545	7.99545
7	0.178288	1.87797	1.75955	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	9.38646	0	9.38646	10.239	10.239
8	0.178288	2.27704	2.93341	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	10.993	0	10.993	12.415	12.415
9	0.178288	2.6637	4.10849	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	12.53	0	12.53	14.5234	14.5234
10	0.178288	3.03789	5.28532	AIlC	53.6	0	27.7517	53.6	13.9965	0	13.9965	16.5638	16.5638
11	0.175259	3.33716	6.45435	Rilevato	0	32	5.77666	11.1571	17.855	0	17.855	18.5085	18.5085
12	0.175259	3.67089	7.61604	Rilevato	0	32	6.31378	12.1945	19.5153	0	19.5153	20.3596	20.3596
13	0.175259	3.99192	8.78089	Rilevato	0	32	6.82206	13.1762	21.0863	0	21.0863	22.1401	22.1401
14	0.175259	4.30013	9.94942	Rilevato	0	32	7.30171	14.1026	22.5688	0	22.5688	23.8497	23.8497
15	0.175259	4.59541	11.1221	Rilevato	0	32	7.75283	14.9739	23.9632	0	23.9632	25.4874	25.4874
16	0.175259	4.8776	12.2996	Rilevato	0	32	8.17563	15.7905	25.2701	0	25.2701	27.0526	27.0526
17	0.175259	5.14653	13.4824	Rilevato	0	32	8.57016	16.5525	26.4896	0	26.4896	28.5443	28.5443
18	0.175259	5.40202	14.671	Rilevato	0	32	8.93648	17.26	27.6219	0	27.6219	29.9615	29.9615
19	0.175259	5.64385	15.8662	Rilevato	0	32	9.27457	17.913	28.6668	0	28.6668	31.3028	31.3028
20	0.175259	5.87178	17.0684	Rilevato	0	32	9.5844	18.5114	29.6244	0	29.6244	32.5672	32.5672
21	0.175259	6.08556	18.2785	Rilevato	0	32	9.86585	19.055	30.4943	0	30.4943	33.753	33.753
22	0.175259	6.2849	19.4971	Rilevato	0	32	10.1188	19.5435	31.2761	0	31.2761	34.8588	34.8588
23	0.175259	6.46947	20.7249	Rilevato	0	32	10.343	19.9766	31.9692	0	31.9692	35.8826	35.8826
24	0.175259	6.63893	21.9628	Rilevato	0	32	10.5383	20.3538	32.5728	0	32.5728	36.8226	36.8226
25	0.175259	6.79289	23.2116	Rilevato	0	32	10.7044	20.6746	33.0862	0	33.0862	37.6767	37.6767
26	0.175259	6.93091	24.4721	Rilevato	0	32	10.8409	20.9383	33.5083	0	33.5083	38.4424	38.4424
27	0.175259	7.05253	25.7455	Rilevato	0	32	10.9475	21.1442	33.8377	0	33.8377	39.1171	39.1171
28	0.175259	7.15722	27.0326	Rilevato	0	32	11.0237	21.2913	34.0732	0	34.0732	39.698	39.698
29	0.175259	7.24441	28.3346	Rilevato	0	32	11.069	21.3787	34.2131	0	34.2131	40.1818	40.1818
30	0.175259	7.31346	29.6529	Rilevato	0	32	11.0827	21.4053	34.2556	0	34.2556	40.565	40.565
31	0.175259	7.36367	30.9886	Rilevato	0	32	11.0642	21.3696	34.1985	0	34.1985	40.8436	40.8436
32	0.175259	7.39423	32.3433	Rilevato	0	32	11.0128	21.2703	34.0396	0	34.0396	41.0133	41.0133
33	0.175259	7.40428	33.7187	Rilevato	0	32	10.9277	21.1058	33.7763	0	33.7763	41.0693	41.0693
34	0.175259	7.39283	35.1164	Rilevato	0	32	10.8077	20.8741	33.4055	0	33.4055	41.0059	41.0059
35	0.175259	7.35876	36.5386	Rilevato	0	32	10.6519	20.5732	32.9241	0	32.9241	40.8172	40.8172
36	0.175259	7.30083	37.9874	Rilevato	0	32	10.4591	20.2009	32.3282	0	32.3282	40.4961	40.4961
37	0.175259	7.21761	39.4655	Rilevato	0	32	10.228	19.7544	31.6137	0	31.6137	40.0347	40.0347
38	0.175259	7.10748	40.9757	Rilevato	0	32	9.95697	19.231	30.776	0	30.776	39.4241	39.4241
39	0.175259	6.96858	42.5214	Rilevato	0	32	9.64435	18.6272	29.8097	0	29.8097	38.6538	38.6538
40	0.175259	6.79873	44.1063	Rilevato	0	32	9.28824	17.9394	28.709	0	28.709	37.7119	37.7119
41	0.175259	6.59541	45.735	Rilevato	0	32	8.88641	17.1633	27.467	0	27.467	36.5844	36.5844
42	0.175259	6.35563	47.4128	Rilevato	0	32	8.43638	16.2941	26.076	0	26.076	35.2546	35.2546
43	0.175259	6.07583	49.1459	Rilevato	0	32	7.93529	15.3263	24.5272	0	24.5272	33.7027	33.7027
44	0.175259	5.75168	50.942	Rilevato	0	32	7.37984	14.2535	22.8104	0	22.8104	31.9049	31.9049
45	0.175259	5.37788	52.8105	Rilevato	0	32	6.7663	13.0685	20.914	0	20.914	29.8317	29.8317
46	0.175259	4.76699	54.7633	Rilevato	0	32	5.86773	11.333	18.1366	0	18.1366	26.4433	26.4433



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	105 di 106

47	0.175259	3.86324	56.8157	Rilevato	0	32	4.63861	8.95906	14.3375	0	14.3375	21.4303	21.4303
48	0.175259	2.88262	58.9878	Rilevato	0	32	3.36337	6.49605	10.3958	0	10.3958	15.9907	15.9907
49	0.175259	1.81046	61.3074	Rilevato	0	32	2.04215	3.94423	6.31208	0	6.31208	10.0433	10.0433
50	0.175259	0.624627	63.8145	Rilevato	0	32	0.676185	1.30599	2.09002	0	2.09002	3.46509	3.46509

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.93141

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	36.0725	33	0	0	0
2	36.2507	32.9835	4.98797	0	0
3	36.429	32.9707	9.9593	0	0
4	36.6073	32.9616	14.916	0	0
5	36.7856	32.9561	19.8501	0	0
6	36.9639	32.9543	24.7483	0	0
7	37.1422	32.9561	29.5982	0	0
8	37.3205	32.9616	34.3882	0	0
9	37.4988	32.9707	39.1072	0	0
10	37.6771	32.9835	43.7449	0	0
11	37.8553	33	48.2917	0	0
12	38.0306	33.0198	48.7659	0	0
13	38.2059	33.0433	49.2125	0	0
14	38.3811	33.0703	49.617	0	0
15	38.5564	33.1011	49.9655	0	0
16	38.7316	33.1355	50.245	0	0
17	38.9069	33.1737	50.4431	0	0
18	39.0822	33.2158	50.548	0	0
19	39.2574	33.2616	50.5487	0	0
20	39.4327	33.3115	50.4348	0	0
21	39.6079	33.3653	50.1964	0	0
22	39.7832	33.4232	49.8244	0	0
23	39.9584	33.4852	49.3103	0	0
24	40.1337	33.5515	48.6461	0	0
25	40.309	33.6222	47.8245	0	0
26	40.4842	33.6974	46.8391	0	0
27	40.6595	33.7771	45.6838	0	0
28	40.8347	33.8616	44.3535	0	0
29	41.01	33.9511	42.8436	0	0
30	41.1853	34.0456	41.1506	0	0
31	41.3605	34.1453	39.2716	0	0
32	41.5358	34.2506	37.2048	0	0
33	41.711	34.3616	34.9493	0	0
34	41.8863	34.4786	32.5054	0	0
35	42.0616	34.6018	29.8745	0	0
36	42.2368	34.7317	27.0597	0	0
37	42.4121	34.8685	24.0654	0	0
38	42.5873	35.0128	20.8982	0	0
39	42.7626	35.165	17.5665	0	0
40	42.9379	35.3258	14.0815	0	0
41	43.1131	35.4956	10.4574	0	0
42	43.2884	35.6755	6.71214	0	0
43	43.4636	35.8661	2.86808	0	0
44	43.6389	36.0688	-1.04673	0	0
45	43.8142	36.2848	-4.99708	0	0



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di stabilità e calcolo dei cedimenti dei rilevati ferroviari da km 0+000 a km 8+920

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 29 RH	GE0005 003	A	106 di 106

46	43.9894	36.5157	-8.93855	0	0
47	44.1647	36.7639	-12.6728	0	0
48	44.3399	37.0318	-15.9151	0	0
49	44.5152	37.3234	-18.5154	0	0
50	44.6904	37.6436	-20.2785	0	0
51	44.8657	38	0	0	0

Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	10	33
	10	10
	53.2	10
	53.2	33
	53.2	38
	51.45	38
	50.2	38
	47	38
	45.75	38
	44	38
Material Boundary	36.5	33
	53.2	33

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	+kv
Water Table	X Y 10 32.5	Assigned to materials:
	53.2 32.5	
Distributed Load	X Y 47 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	45.75 38	
Distributed Load	X Y 51.45 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 14.4 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	50.2 38	
Distributed Load	X Y 50.2 38	Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 24.8 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No
	47 38	