

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA MODANE-TORINO
ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA
**REALIZZAZIONE DI PRECEDENZE A MODULO 750m NELLE LOCALITA' DI BORGONE-
BRUZOLO (BIN. DISPARI) E CONDOVE-VAIE (BIN. PARI)**

POSTI MOVIMENTO

Rilevati e trincee ferroviarie - Relazione analisi dei cedimenti e verifiche di stabilità

SCALA:

-

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

NT01 04 D 26 RH R10000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A.Ingletti	Dic.2018	A.Malcangi	Dic.2018	F. Perrone	Dic.2018	F. Perrone

ITALFERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Dot. Ing. Francesco Saeth
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova
n. 25172 Sez. A

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORME E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
4	RIEPILOGO DEI PARAMETRI	4
5	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE	4
6	CEDIMENTI DEI RILEVATI	6
	APPENDICE	8

	LINEA MODANE TORINO ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA					
	RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ	COMMESSA NT0I	LOTTO 04	CODIFICA D 26 RH	DOCUMENTO RI 00 00001	REV. A

1 PREMESSA

La presente Relazione di calcolo si riferisce alla progettazione definitiva delle opere finalizzate all'adeguamento della linea ferroviaria tra i comuni di Avigliana e Bussoleno –Lotto 4 - PM, inerenti la realizzazione delle nuove linee in adiacenza all'esistente nei siti di Condove e Bruzolo.

In particolare, nella presente relazione, sono affrontati i seguenti aspetti:

- Calcolo dei cedimenti indotti dalle nuove opere
- Verifiche di stabilità globale

2 NORME E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

D.M. LL.PP. del 16/01/1996 "Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche";

UNI EN del 1997 "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica";

UNI EN del 1998 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica";

D.P.R. 380 del 06/06/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";

D.M. Infrastrutture del 17/01/2018 "Nuove Norme Tecniche per Costruzioni";

D.M. IL.TT. del 04/02/2008 - Circolare 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. Infrastrutture del 17/01/2018".

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Codifica elaborato	Descrizione elaborato
NT0I01D69RGGE0001001A	Relazione geologica
NT0I04D69IGGE0000001A	Indagini geofisiche (2018)
NT0I04D69SGGE0000001A	Esiti indagini e prove in situ
NT0I07D69IGGE0005002A	Stratigrafia pozzi e sondaggi pregressi
NT0I07D69FZGE0001001-6A	Profilo geologico-tecnico in asse al tracciato
NT0I07D69G5GE0001001-6A	Carta geologica

	LINEA MODANE TORINO					
	ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA					
RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	4 di 75

4 RIEPILOGO DEI PARAMETRI

Con riferimento al modello geotecnico (cfr. Profili geotecnici e Relazione geotecnica), si riporta nel seguito la tabella riepilogativa dei parametri che saranno utilizzati per le verifiche.

Tabella 1- Parametri di progetto adottati nelle analisi di stabilità.

Tipologia	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ (°)	c_u (kPa)	E_u (MPa)	E' (MPa)	k (cm/s)
Unità A – Sabbie e ghiaie	19.0-20.0	0	30-34 (da 0 a 5m dal p.c.) 35-37 (>5 m dal p.c.)	-	-	20-30 (da 0 a 5 m dal p.c.) 35-45 (>5 m dal p.c.)	1.08 10 ⁻³ (da 0 a 5m dal p.c.) 2.84 10 ⁻³ (>5 m dal p.c.)
Unità B – Limi sabbiosi	18.0-20.0	0-5	26-30	80-100	25-30	20-25	5.19 10 ⁻⁴

5 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE

Per le verifiche di stabilità globale si è fatto riferimento alle sezioni più rappresentative e gravose in termini di altezze e condizione geotecnica. Per quanto concerne le verifiche delle sezioni in cui sono presenti i muri di sostegno è stata presa in esame la sezioni caratterizzata dalla maggiore altezza (sez. 7 - pk 0+300, pk 29+700 linea esistente).

I materiali impiegati e le modalità costruttive dovranno garantire un peso di volume pari a 20 kN/m³ e un angolo di attrito pari a 38°, valori questi adottati nelle analisi di stabilità. Per il rilevato esistente è stato considerato un peso di volume pari a 19 kN/m³ e un angolo di attrito pari a 32°

In tabella si riportano i parametri adottati nelle analisi i quali, sulla base di quanto riportato nella normativa, derivano da quelli caratteristici applicando i coefficienti γ_2 .

Tabella 2- Parametri di progetto adottati nelle analisi di stabilità.

Litotipo	Profondità da p.c. (m)	Comb. M2		
		γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
Rilevato nuovo	-	20.0	0	32
Rilevato esistente	-	19.0	0	26.5
Unità A	> 0	19.0	0	26.5

Le verifiche di stabilità sono state condotte utilizzando il programma GEOSLOPE e il metodo dell'equilibrio limite nella formulazione di Bishop.

	LINEA MODANE TORINO ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA					
	RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ	COMMESSA NTOI	LOTTO 04	CODIFICA D 26 RH	DOCUMENTO RI 00 00001	REV. A

Le verifiche sono state effettuate considerando un sovraccarico ferroviario caratteristico pari a 50 kPa, sia in fase statica sia in fase sismica, che corrisponde a un treno di carico SW2, come da manuale di progettazione.

Relativamente al sito di Condove, a fronte delle condizioni morfologiche della sistemazione definita delle sezioni con l'opera di sostegno (muro quasi totalmente interrato) le verifiche di stabilità globale del sistema opera-terreno risultano poco significative. A favore di sicurezza sono state comunque effettuate verifiche in cui si sono considerate per il muro di sostegno le stesse caratteristiche fisico-meccaniche del terreno del nuovo rilevato.

E' stata anche condotta una verifica della condizione provvisoria di scavo nella peggiore condizione, rappresentando la presenza della berlinese di micropali. Tale verifica, condotta solo in condizioni statiche, ha fornito un coefficiente di sicurezza pari a 1.586 (>1.1).

La falda è stata assunta alla quota d'imposta del muro/scavo provvisoria.

I risultati delle verifiche, riassunti in Tabella, mostrano che i fattori di sicurezza sono maggiori al minimo di normativa pari a 1.1, per tutte le sezioni analizzate.

Tabella 3- Coefficienti di sicurezza

Sito	sezione	Progr. (km)	FOS statico	FOS sismico
Condove-lato muro	7	0+300	1.790	1.688
Condove-lato scarpata	7	0+300	2.577	2.077
Bruzolo	11	0+350	2.266	1.961

Nella successiva fase progettuale, le verifiche di cui sopra andranno integrate considerando anche il treno LM71, richiesto a garanzia dell'interoperabilità della linea, a cui corrisponde un carico di poco più gravoso rispetto a quello considerato (52kPa circa).

Visti gli esiti delle analisi sviluppate, riportati nella tab. 3, che evidenziano un coefficiente di sicurezza che rispetta con ampio margine il minimo ($F_s = 1.68 > 1.1$), si può già ipotizzare che anche con l'LM71 le verifiche risulteranno soddisfatte.

	LINEA MODANE TORINO					
	ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA					
RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	6 di 75

6 CEDIMENTI DEI RILEVATI

In questo paragrafo sono riportate le considerazioni relative alla valutazione dei cedimenti del nuovo rilevato, facendo riferimento alle sezioni corrispondenti alle più gravose condizioni in termini di altezze e stratigrafie presenti lungo il tracciato.

I rilevati ferroviari della nuova linea sono di altezza relativamente modesta, risulta comunque di interesse valutare oltre ai cedimenti della nuova linea anche gli effetti in termini di deformazioni indotte sulla linea esistente.

In particolare è stata presa in esame la sezione n. 7 alla pk 0+400. Nella tabella 8.4 sono riassunte le stratigrafie di calcolo utilizzate nelle valutazioni dei cedimenti, mentre nella tabella 8.5 è rappresentato il caso studiato con l'indicazione del valore del massimo cedimento ottenuto.

Tabella 10- Parametri di progetto adottati nelle analisi dei cedimenti.

Stratigrafia	Strato	Litotipi	z (m)	E' (MPa)
1	1	Unità A	0.0 – 5.0	20
	2	Unità A	> 5.0	35

Tabella 11- Sezioni analizzate e risultati ottenuti.

Sito	Rilevati		Altezza (m)	Cedimenti asse nuova linea (mm)	Cedimenti asse bin. pari (mm)	Cedimenti asse bin. dispari (mm)
	Sezione	Progressiva (km)				
Condove	7	0+400	2.2	21.3	7.8	4.8
Bruzolo	15	0+550	2.5	24.7	6.5	10.2

Le analisi sono state svolte utilizzando il codice di calcolo Settle 3D (Rockscience), assumendo il terreno come un semispazio elastico stratificato isotropo e considerando il carico generato dal rilevato (corpi di carico flessibili) come costituito da una striscia indefinita della larghezza pari a quella dei rilevati nella sezione d'interesse. Nella valutazione dei cedimenti si è fatto riferimento al piano di posa dei rilevati trascurando, pertanto, l'aliquota del cedimento dovuta alla deformabilità del materiale costituente il rilevato stesso. Questa ipotesi è accettabile in quanto tale aliquota aggiuntiva è effettivamente modesta e dunque trascurabile, essendo il rilevato realizzato con idoneo materiale e

mediante fasi realizzative tali da garantire elevati valori di rigidezza e trascurabili deformazioni nel tempo. La natura dei terreni interessati, a comportamento sostanzialmente drenato, garantisce che i cedimenti calcolati saranno scontati durante le fasi costruttive, essendo comunque modesti e compatibili con la funzionalità delle opere. Nella seguente figura è riportato lo schema geometrico della sezione con l'andamento dei cedimenti calcolati. Nell'allegato alla presente relazione sono riportati i tabulati di output del programma di calcolo

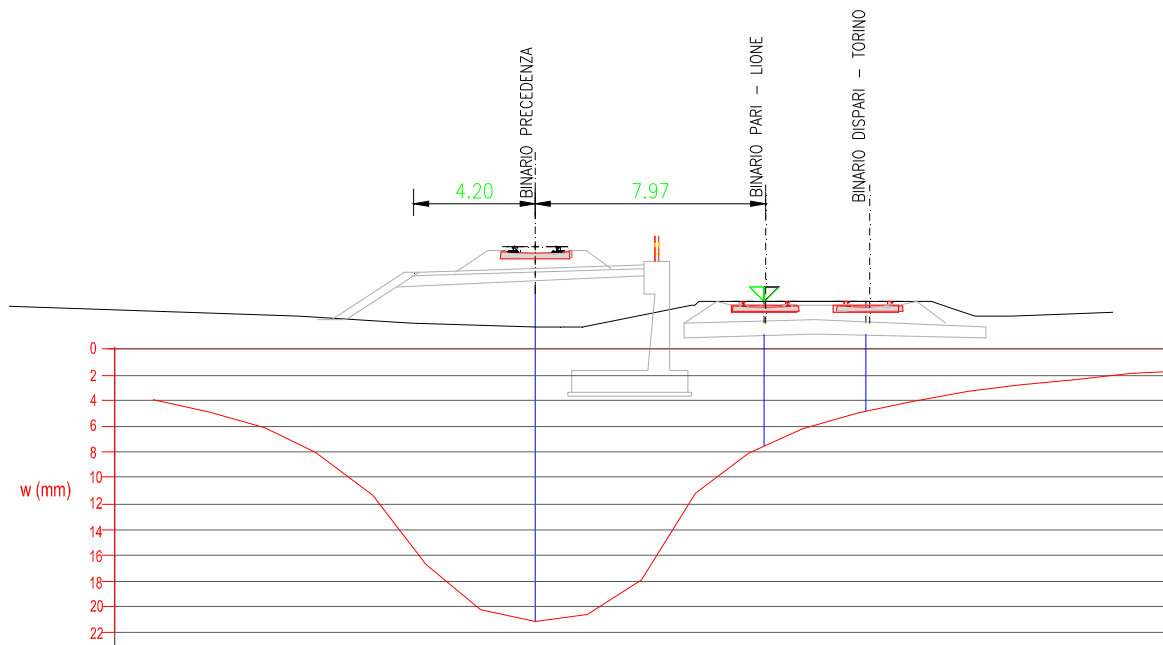


Figura 1- Andamenti cedimenti – sezione 7.

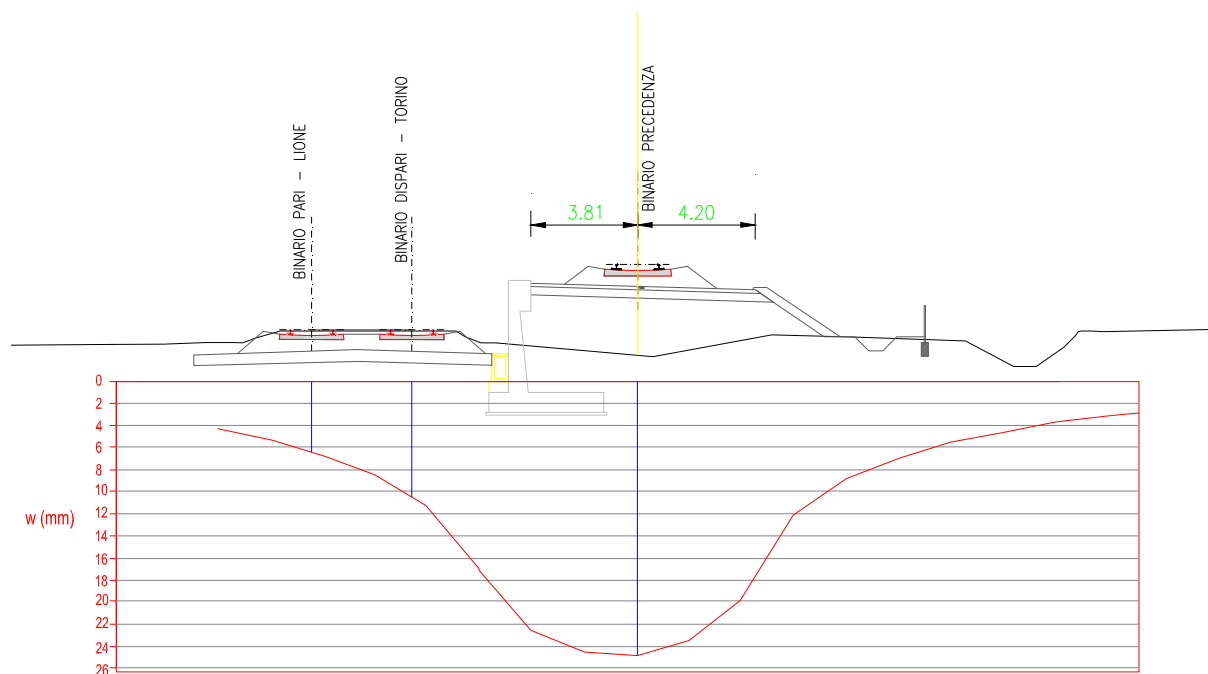


Figura 2- Andamenti cedimenti – sezione 15.

APPENDICE

NORMATIVA

Le analisi sono state effettuate con riferimento alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle costruzioni del 17/01/2018 (NTUC).

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) sono state condotte, in generale, rispettando la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

dove con Ed si indica il valore di progetto delle azioni, o degli effetti delle azioni, e con Rd il valore di progetto della resistenza del terreno.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le azioni di progetto, Ed, o, altresì, gli effetti delle azioni, sono valutabili a partire dalle azioni caratteristiche, moltiplicate per i coefficienti parziali γ_F specificati nella seguente Figura (Tabella 6.2.I del NTUC).

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qs}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

La resistenza caratteristica, Rk, è stata determinata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per i coefficienti parziali γ_M specificati nella seguente figura (Tabella 6.2.II del NTUC).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

STABILITÀ GLOBALE) CONDIZIONI STATICHE

La verifica di stabilità globale dei fronti di scavo deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I (NTC 2018) e 6.2.II (NTC 2018) per le azioni e i parametri geotecnici e il coefficiente parziale γ_R riportato nella Figura sotto.

	LINEA MODANE TORINO ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA					
RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ	COMMESSA NT01	LOTTO 04	CODIFICA D 26 RH	DOCUMENTO RI 00 00001	REV. A	FOGLIO 10 di 75

Tabella 6_ Coeff. parziale γ_R per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente Parziale	R2
γ_R	1.1

(STABILITA' GLOBALE) CONDIZIONI SISMICHE

L'analisi di stabilità globale in presenza di sisma viene effettuata con il metodo pseudostatico equivalente, introducendo l'azione sismica come una azione statica equivalente proporzionale al peso delle masse. Nelle verifiche allo SLV, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h W$ e $F_v = k_v W$ dove:

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

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (pari a 0.38);

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

$S = S_s \cdot S_T$ è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T);

Il coefficiente k_v è definito pari a $k_v = \pm 0.5 k_h$.

In Tabella si riportano i valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica da impiegare nello studio delle condizioni di stabilità globali opera-terreno (cfr. Relazione sismica).

Ubicazione	V _N (anni)	Cu	ag/g (SLV)	Fo	S _T	S _S	S _i	a _{max} /g	β	kh	kv
Condove	50	1.5	0.140	2.472	1	1.493	1	0.21	0.38	0.079	0.0395

Ubicazione	V _N (anni)	Cu	ag/g (SLV)	Fo	S _T	S _S	S _i	a _{max} /g	β	kh	kv
Bruzolo	50	1.5	0.151	2.473	1	1.589	1	0.23	0.38	0.087	0.0437

CEDIMENTI – OUTPUT CODICE SETTLE 3D

SEZIONE 7 - CONDOVE

Settle3D Analysis Information

Project Settings

Document Name Sez_7.s3z
Date Created 27/11/2018, 10:27:38
Stress Computation Method Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus 0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

Stage Settings

Stage #	Name
1	Stage 1

Results

Time taken to compute: 1.01783 seconds

Stage: Stage 1

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	21.3102
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	21.3102
Loading Stress ZZ [kPa]	0	41.8008
Loading Stress XX [kPa]	-20.058	29.7306
Loading Stress YY [kPa]	-29.893	43.7701
Total Stress ZZ [kPa]	0	977.048
Total Stress XX [kPa]	-10.9914	992.926
Total Stress YY [kPa]	-4.43928	1002.83
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	0	0.00208937
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	4.875	976.609
Over-consolidation Ratio	1	1
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	1.23105

Embankments

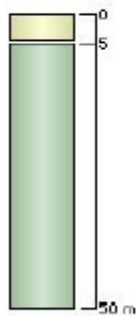
1. Embankment: "Sezione 7"

Label	Sezione 7
Center Line	(9.641, 26.315) to (39.178, 26.315)
Number of Layers	1
Near End Angle	90 degrees
Far End Angle	90 degrees
Base Width	11



Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m ³)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Stage 1	0	34	2.2	19	90	0

Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Unità A (0-5 m)	5	0
2	Unità A (>5 m)	45	5



Soil Properties

Property	Unità A (0-5 m)	Unità A (>5 m)
Color		
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	19.5
K0	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	35000
Esur [kPa]	20000	35000
Undrained Su A [kN/m ²]	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8

Query Lines

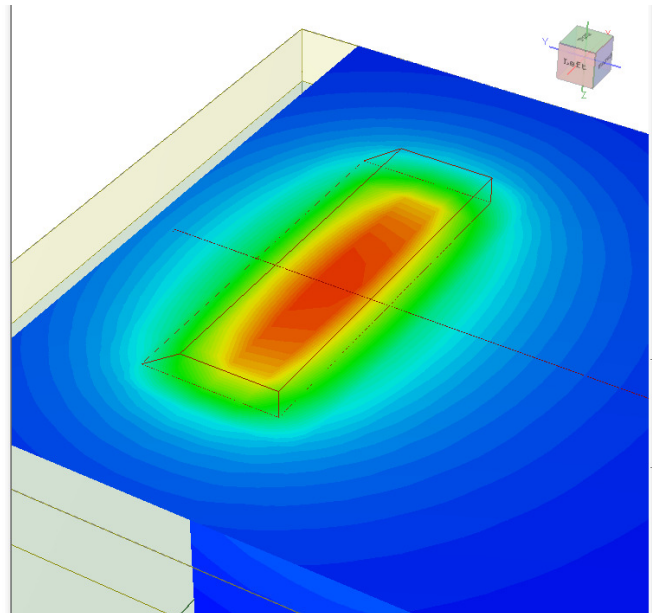
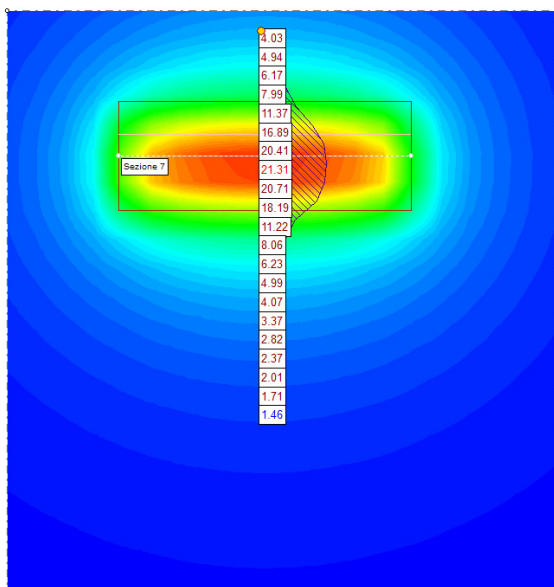
Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	24.049, 38.949	24.049, 0.823	20	Auto: 25

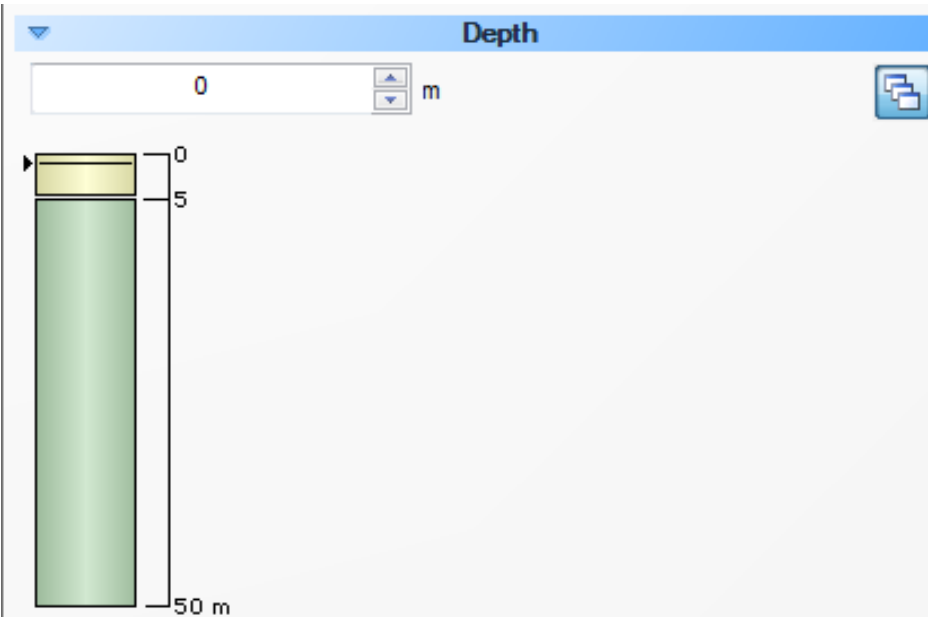
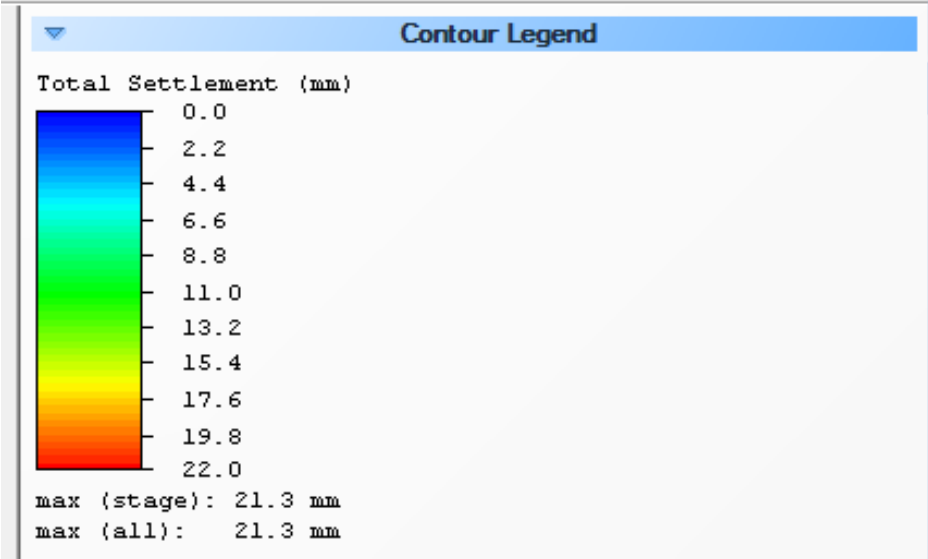
Field Point Grid

Number of points 500
Expansion Factor 2

Grid Coordinates

X [m]	Y [m]
53.979	46.5835
53.979	-28.421
-5.1275	-28.421
-5.1275	46.5835







LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	17 di 75

CEDIMENTI – OUTPUT CODICE SETTLE 3D

SEZIONE 15 - BRUZOLO

Settle3D Analysis Information

Project Settings

Document Name Sez_ 15.s3z
Date Created 27/11/2018, 10:27:38
Stress Computation Method Boussinesq
Minimum settlement ratio for subgrade modulus 0.9

Use average properties to calculate layered stresses

Improve consolidation accuracy

Ignore negative effective stresses in settlement calculations

Stage Settings

Stage #	Name
1	Stage 1

Results

Time taken to compute: 1.01489 seconds

Stage: Stage 1

Data Type	Minimum	Maximum
Total Settlement [mm]	0	24.7514
Total Consolidation Settlement [mm]	0	0
Virgin Consolidation Settlement [mm]	0	0
Recompression Consolidation Settlement [mm]	0	0
Immediate Settlement [mm]	0	24.7514
Loading Stress ZZ [kPa]	0	47.9183
Loading Stress XX [kPa]	-23.1551	34.0865
Loading Stress YY [kPa]	-33.7157	51.1809
Total Stress ZZ [kPa]	0	977.354
Total Stress XX [kPa]	-11.5305	997.134
Total Stress YY [kPa]	-6.09586	1006.47
Modulus of Subgrade Reaction (Total) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Immediate) [kPa/m]	0	0
Modulus of Subgrade Reaction (Consolidation) [kPa/m]	0	0
Total Strain	0	0.00237442
Degree of Consolidation [%]	0	0
Pre-consolidation Stress [kPa]	4.875	976.918
Over-consolidation Ratio	1	1
Void Ratio	0	0
Hydroconsolidation Settlement [mm]	0	0
Undrained Shear Strength	0	1.38592

Embankments

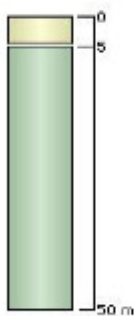
1. Embankment: "Sezione 15"

Label	Sezione 15
Center Line	(10.666, 25.288) to (38.077, 25.288)
Number of Layers	1
Near End Angle	90 degrees
Far End Angle	90 degrees
Base Width	12



Layer	Stage	Left Bench Width (m)	Left Angle (deg)	Height (m)	Unit Weight (kN/m ³)	Right Angle (deg)	Right Bench Width (m)
1	Stage 1	0	34	2.5	19	90	0

Soil Layers

Layer #	Type	Thickness [m]	Depth [m]
1	Unità A (0-5 m)	5	0
2	Unità A (>5 m)	45	5



Soil Properties

Property	Unità A (0-5 m)	Unità A (>5 m)
Color		
Unit Weight [kN/m ³]	19.5	19.5
K0	1	1
Immediate Settlement	Enabled	Enabled
Es [kPa]	20000	35000
Esur [kPa]	20000	35000
Undrained Su A [kN/m ²]	0	0
Undrained Su S	0.2	0.2
Undrained Su m	0.8	0.8

Query Lines

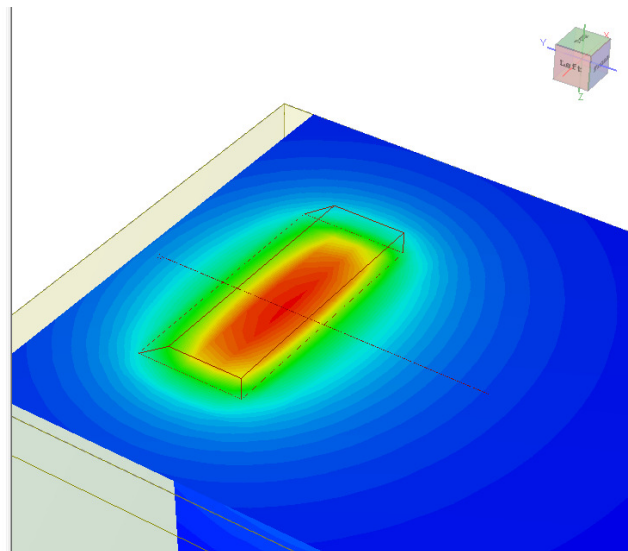
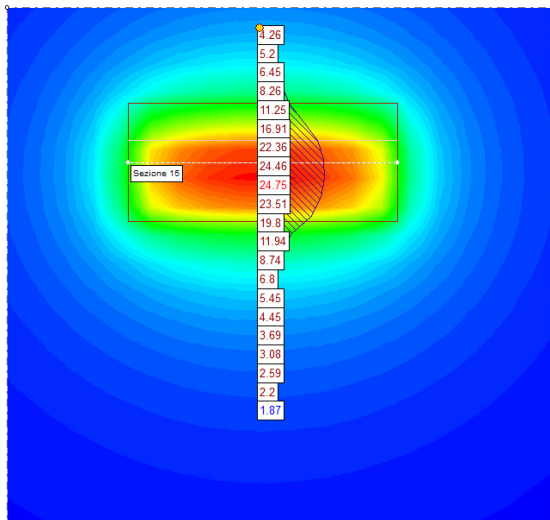
Line #	Query Line Name	Start Location	End Location	Horizontal Divisions	Vertical Divisions
1	Query Line 1	24.049, 38.949	24.049, 0.823	20	Auto: 25

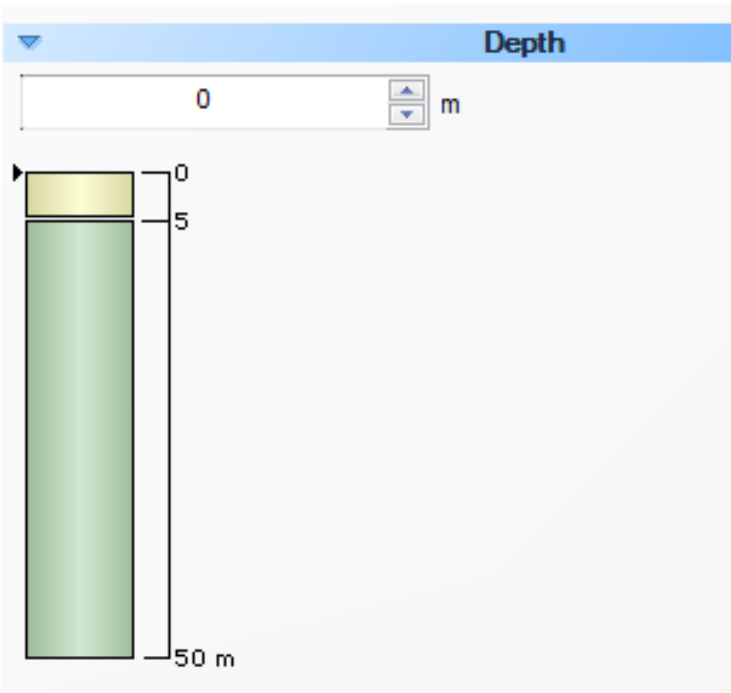
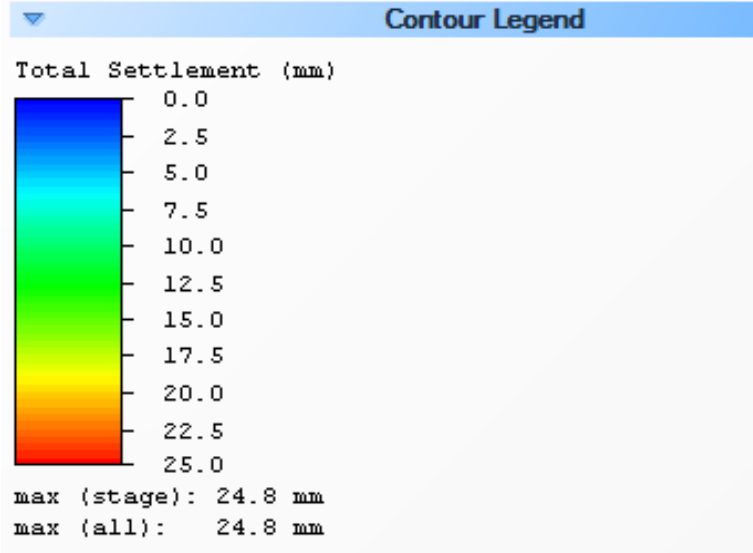
Field Point Grid

Number of points 500
Expansion Factor 2

Grid Coordinates

X [m]	Y [m]
53.979	44.9935
53.979	-28.421
-3.0395	-28.421
-3.0395	44.9935







LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	23 di 75

VERIFICA STABILITÀ' – SEZIONE CONDOVE SEZ. 7 SCARPATA – STATICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 341

Date: 20/12/2018

Time: 17:21:37

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: st-sez7-scarpata.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\09-GEO\CALCOLI\stabilità\

Last Solved Date: 20/12/2018

Last Solved Time: 17:21:56

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 4 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (3,68934; 10) m

Left-Zone Right Coordinate: (10,00666; 10,00377) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (13,7326; 11,72747) m

Right-Zone Right Coordinate: (21,81308; 11,77764) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3; 10) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	3	7,6
Coordinate 2	52,5	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 65 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	12,8
	18,5	12,9

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	10	10
Point 2	13	11,7
Point 3	21	12
Point 4	21,8	12
Point 5	21,9	10,3
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	18,7	9,7
Point 11	21	10,2
Point 12	22,5	7,6

Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4
Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1
Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	10,9
Point 22	20,9	10,9
Point 23	53	1
Point 24	14,67	9,83
Point 25	3	1
Point 26	3	10

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	18,68
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,0715
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,4875
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Rilevato nuovo	24;10;11;22;21;15;14;13	9,127
Region 6	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	430,26

Current Slip Surface

Slip Surface: 8.299

F of S: 2,577

Volume: 45,031949 m³

Weight: 873,61527 kN

Resisting Moment: 4.668,516 kN-m

Activating Moment: 1.811,86 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (5,9007496; 10) m

Entry: (19,949669; 11,960613) m

Radius: 7,9927183 m

Center: (12,415876; 14,629976) m

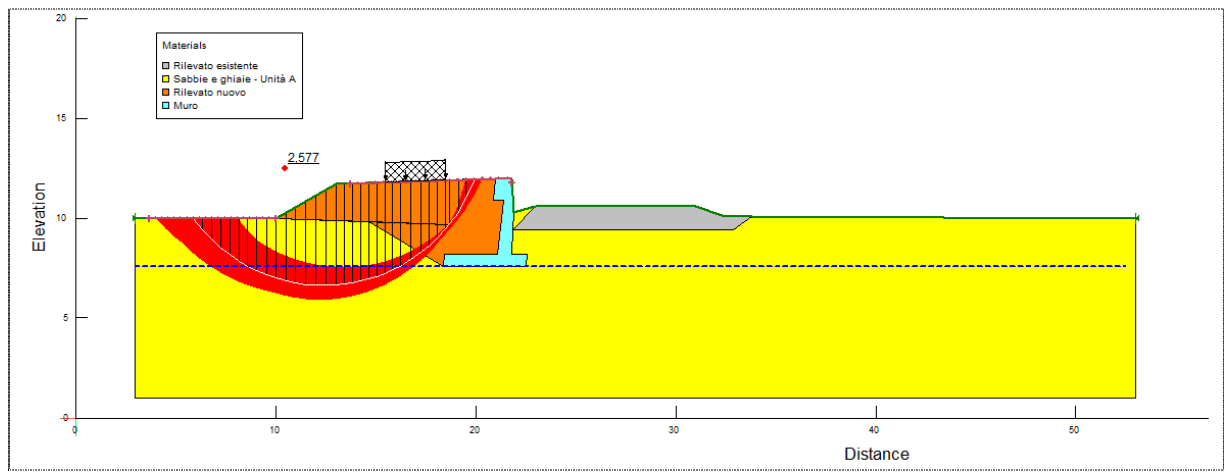
Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	6,1267581	9,7110364	-20,702934	7,2957441	3,6375238	0
Slice 2	6,5787753	9,1800098	-15,495156	19,654089	9,7991672	0
Slice 3	7,0307924	8,731606	-11,09766	29,272077	14,594519	0
Slice 4	7,4828096	8,3477925	-7,3336007	37,018142	18,456565	0
Slice 5	7,9348267	8,0171693	-4,0911789	43,360813	21,618904	0
Slice 6	8,3868438	7,7320093	-1,2946153	48,584321	24,223249	0
Slice 7	8,8440437	7,4844347	1,1333486	52,793886	25,756994	0
Slice 8	9,3064262	7,2711799	3,2247389	56,178367	26,401705	0
Slice 9	9,7688087	7,092301	4,9790043	58,912154	26,890077	0
Slice	10,25	6,940693	6,4658238	64,101885	28,73628	0

10						
Slice 11	10,75	6,8169698	7,6791776	71,614598	31,877024	0
Slice 12	11,25	6,7267853	8,5636168	78,347766	34,793093	0
Slice 13	11,75	6,6689948	9,1303685	84,336458	37,496373	0
Slice 14	12,25	6,6428921	9,3863568	89,603007	39,994546	0
Slice 15	12,75	6,6481653	9,3346428	94,158785	42,291757	0
Slice 16	13,20875	6,6794483	9,0278507	95,570207	43,148427	0
Slice 17	13,62625	6,7322583	8,5099427	94,013282	42,630392	0
Slice 18	14,04375	6,8076929	7,7701553	92,03448	42,012643	0
Slice 19	14,46125	6,9064171	6,8019676	89,620145	41,29162	0
Slice 20	14,8775	7,0288981	5,600796	86,887829	40,52822	0

Slice 21	15,2925	7,1761773	4,1564289	83,812535	39,715069	0
Slice 22	15,679725	7,3366866	2,5823143	140,65061	68,838314	0
Slice 23	16,039174	7,508558	0,89677173	136,40302	67,560926	0
Slice 24	16,480846	7,7548783	-1,5188919	130,61503	65,122253	0
Slice 25	17,004738	8,0936577	-4,8413008	122,9996	61,325336	0
Slice 26	17,472237	8,4456195	-8,2929906	111,20405	69,488002	0
Slice 27	17,883342	8,8066725	-11,833838	102,83298	64,257177	0
Slice 28	18,294447	9,2231519	-15,91825	93,483737	58,415122	0
Slice 29	18,604249	9,5742432	-19,361404	36,019085	22,507222	0
Slice 30	18,91536	9,9917183	-23,455581	28,809393	18,002107	0
Slice	19,329084	10,640008	-29,813356	18,268461	11,415402	0

e 31						
Slic e 32	19,742808	11,47952	-38,046448	6,0523008	3,7818973	0





LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	32 di 75

VERIFICA STABILITA' – SEZIONE CONDOVE SEZ. 7 SCARPATA – SISMICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 349

Date: 20/12/2018

Time: 17:43:24

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: sY-sez7-scarpata.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\09-GEO\CALCOLI\stabilita\

Last Solved Date: 20/12/2018

Last Solved Time: 17:44:29

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 4 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	34 di 75

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (3,68934; 10) m

Left-Zone Right Coordinate: (10,00666; 10,00377) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (13,7326; 11,72747) m

Right-Zone Right Coordinate: (21,81649; 11,71973) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (3; 10) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	3	7,6
Coordinate 2	52,5	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 65 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	12,8
	18,5	12,9

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,079

Vert Seismic Coef.: -0,0395

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	10	10
Point 2	13	11,7
Point 3	21	12
Point 4	21,8	12
Point 5	21,9	10,3
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	18,7	9,7
Point 11	21	10,2

Point 12	22,5	7,6
Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4
Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1
Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	10,9
Point 22	20,9	10,9
Point 23	53	1
Point 24	14,67	9,83
Point 25	3	1
Point 26	3	10

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	18,68
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,0715
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,4875
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Rilevato nuovo	24;10;11;22;21;15;14;13	9,127
Region 6	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	430,26

Current Slip Surface

Slip Surface: 7.273

F of S: 2,077

Volume: 41,947058 m³

Weight: 815,30157 kN

Resisting Moment: 4.857,7139 kN-m

Activating Moment: 2.338,9768 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (5,5848339; 10) m

Entry: (20,410516; 11,977894) m

Radius: 9,1707797 m

Center: (12,295753; 16,250342) m

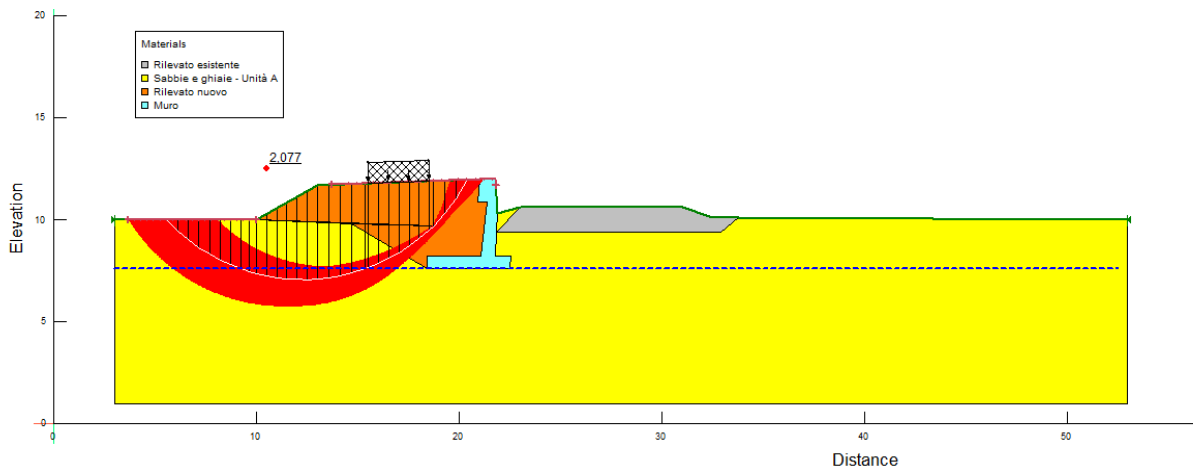
Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	5,8466528	9,7406193	-20,993054	6,2139544	3,0981634	0
Slice 2	6,3702907	9,2593255	-16,273005	16,977295	8,4645671	0
Slice 3	6,8939285	8,8463928	-12,223374	25,532343	12,729957	0
Slice 4	7,4175664	8,4907761	-8,7358412	32,448043	16,177997	0
Slice 5	7,9412042	8,1848238	-5,7353674	38,06857	18,980289	0
Slice 6	8,4648421	7,9230211	-3,1678681	42,618666	21,248883	0
Slice	8,9884799	7,7012868	-0,9933198	46,253304	23,061047	0

e 7						
Slice 8	9,4377241	7,5385127	0,60300588	48,716647	23,988576	0
Slice 9	9,8125747	7,424294	1,7231491	50,291318	24,215196	0
Slice 10	10,25	7,3143291	2,8015741	54,583849	25,81769	0
Slice 11	10,75	7,2143293	3,7822723	61,368855	28,711611	0
Slice 12	11,25	7,142857	4,4832011	67,485759	31,411917	0
Slice 13	11,75	7,0992417	4,9109367	72,959874	33,927949	0
Slice 14	12,25	7,0830845	5,0693903	77,80799	36,266128	0
Slice 15	12,75	7,0942396	4,9599918	82,039409	38,430379	0
Slice 16	13,278333	7,1366507	4,544067	83,070015	39,151594	0
Slice 17	13,835	7,2140704	3,7848117	80,932795	38,464566	0
Slice	14,391667	7,3268558	2,6787249	78,170725	37,638923	0

e 18						
Slic e 19	15,005603	7,4961148	1,0188017	74,523008	36,647845	0
Slic e 20	15,420603	7,6287771	-0,2822169	71,864849	35,830492	0
Slic e 21	15,758192	7,7628829	-1,5973928	128,83052	64,23253	0
Slic e 22	16,274575	7,9926163	-3,8503882	123,51564	61,582625	0
Slic e 23	16,790959	8,2623166	-6,4953391	117,54865	58,607596	0
Slic e 24	17,290959	8,5647747	-9,461545	107,18403	66,976015	0
Slic e 25	17,774575	8,9022316	-12,770985	99,56205	62,213274	0
Slic e 26	18,258192	9,2896561	-16,570458	91,189188	56,981329	0
Slic e 27	18,6	9,5914604	-19,530252	34,64845	21,650754	0
Slic e	18,99116	9,9979233	-23,516434	27,981905	17,485035	0

28						
Slice 29	19,564369	10,677593	-30,181952	17,492793	10,93071	0
Slice 30	20,128467	11,511684	-38,361885	5,8422618	3,6506503	0





LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	41 di 75

VERIFICA STABILITA' – SEZIONE CONDOVE SEZ. 7 – STATICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 333

Date: 04/12/2018

Time: 14:43:07

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: st-sez7.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\03-GEOTECNICA\CALCOLI\stabilità\

Last Solved Date: 04/12/2018

Last Solved Time: 14:43:23

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	43 di 75

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (6,7704; 10) m

Left-Zone Right Coordinate: (16,65728; 11,83715) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (24,78269; 10,6) m

Right-Zone Right Coordinate: (51,13396; 10,00972) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (5; 10) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	5	7,6
Coordinate 2	52,5	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 65 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	12,8
	18,5	12,9

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	10	10
Point 2	13	11,7
Point 3	21	12
Point 4	21,8	12
Point 5	21,9	10,3
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	18,7	9,7
Point 11	21	10,2
Point 12	22,5	7,6
Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4
Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1

Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	10,9
Point 22	20,9	10,9
Point 23	53	1
Point 24	14,67	9,83
Point 25	5	1
Point 26	5	10

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	18,68
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,0715
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,4875
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Rilevato nuovo	24;10;11;22;21;15;14;13	9,127
Region 6	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	412,26

Current Slip Surface

Slip Surface: 21.440

F of S: 1,790

Volume: 9,4546307 m³

Weight: 187,73987 kN

Resisting Moment: 1.263,8439 kN-m

Activating Moment: 705,90812 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (24,78269; 10,6) m

Entry: (16,65728; 11,837148) m

Radius: 6,7923542 m

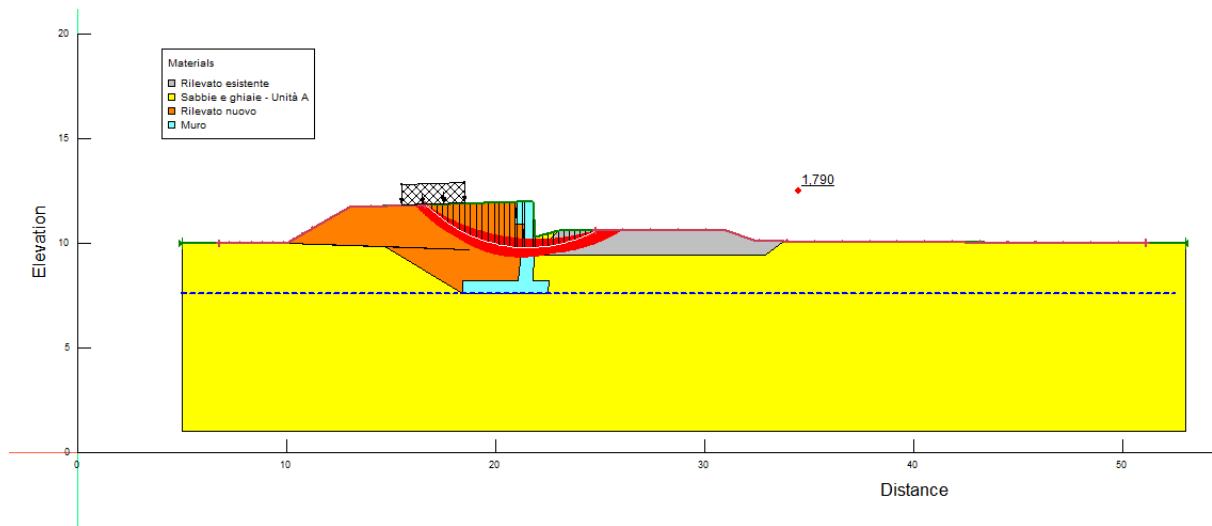
Center: (21,534027; 16,565087) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	16,788903	11,708545	-40,292499	50,56057	31,59375	0
Slice 2	17,052149	11,46429	-37,897088	55,724028	34,820237	0

Slice 3	17,315394	11,24428	-35,73945	60,575328	37,851666	0
Slice 4	17,57864	11,045598	-33,790978	65,142493	40,705547	0
Slice 5	17,841886	10,866002	-32,029686	69,44809	43,395983	0
Slice 6	18,105131	10,703731	-30,438293	73,510546	45,934487	0
Slice 7	18,368377	10,557376	-29,002984	77,345069	48,330563	0
Slice 8	18,642448	10,42098	-27,665349	25,621816	16,010288	0
Slice 9	18,927344	10,294722	-26,427142	28,442126	17,772613	0
Slice 10	19,21224	10,183677	-25,338119	31,058649	19,407598	0
Slice 11	19,497136	10,087059	-24,390589	33,473999	20,916876	0
Slice 12	19,782032	10,00423	-23,578285	35,689924	22,30154	0
Slice 13	20,04642	9,9388155	-22,936763	37,57686	23,480628	0
Slice 14	20,2903	9,8887237	-22,445514	39,158237	24,468782	0
Slice 15	20,53418	9,8478572	-22,044735	40,59371	25,365765	0
Slice 16	20,77806	9,816048	-21,732782	41,882301	26,170966	0
Slice 17	20,95	9,7980741	-21,556512	42,71976	26,694269	0
Slice 18	21,137648	9,7857108	-21,435265	43,40388	27,121754	0
Slice 19	21,337648	9,7758592	-21,338651	44,04013	27,519328	0
Slice 20	21,6	9,7759991	-21,340023	44,630733	27,888377	0
Slice 21	21,835586	9,7795241	-21,374593	32,817011	20,506345	0
Slice 22	21,885586	9,7818526	-21,397429	15,223693	7,5902533	0
Slice 23	22,071366	9,7962033	-21,538166	10,695549	5,3326041	0
Slice	22,368943	9,8254421	-21,824911	11,853751	5,9100622	0

24						
Slice 25	22,621366	9,8615493	-22,179014	12,636905	6,3005285	0
Slice 26	22,873789	9,9074195	-22,628863	13,244024	6,6032268	0
Slice 27	23,127335	9,9635506	-23,179341	12,959847	6,4615412	0
Slice 28	23,382005	10,030293	-23,833879	11,745427	5,8560537	0
Slice 29	23,636675	10,107765	-24,593649	10,2807	5,1257677	0
Slice 30	23,891345	10,19636	-25,462498	8,5462946	4,2610253	0
Slice 31	24,146015	10,296549	-26,445061	6,5187174	3,2501126	0
Slice 32	24,400685	10,408902	-27,5469	4,1691756	2,0786743	0
Slice 33	24,655355	10,534098	-28,774699	1,461934	0,7288934	0





LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	48 di 75

VERIFICA STABILITA' – SEZIONE CONDOVE SEZ. 7 - SISMICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 327

Date: 04/12/2018

Time: 14:51:11

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: sy-sez7.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\03-GEOTECNICA\CALCOLI\stabilità\

Last Solved Date: 04/12/2018

Last Solved Time: 14:52:03

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (9,70355; 10) m

Left-Zone Right Coordinate: (16,4152; 11,82807) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (24,76822; 10,6) m

Right-Zone Right Coordinate: (33,8; 10,1) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (5; 10) m

Right Coordinate: (33,8; 10,1) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	5	7,6
Coordinate 2	53	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 50 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	12,8
	18,5	12,9

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,079

Vert Seismic Coef.: -0,0395

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	10	10
Point 2	13	11,7
Point 3	21	12
Point 4	21,8	12
Point 5	21,9	10,3
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	18,7	9,7
Point 11	21	10,2
Point 12	22,5	7,6
Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4

Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1
Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	10,9
Point 22	20,9	10,9
Point 23	53	1
Point 24	14,67	9,83
Point 25	5	1
Point 26	5	10

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	18,68
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,0715
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,4875
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Rilevato nuovo	24;10;11;22;21;15;14;13	9,127
Region 6	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	412,26

Current Slip Surface

Slip Surface: 21.439

F of S: 1,688

Volume: 9,7284511 m³

Weight: 193,27819 kN

Resisting Moment: 1.252,8861 kN-m

Activating Moment: 742,37186 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (24,76822; 10,6) m

Entry: (16,4152; 11,82807) m

Radius: 7,2158165 m

Center: (21,44295; 17,003951) m

Slip Slices

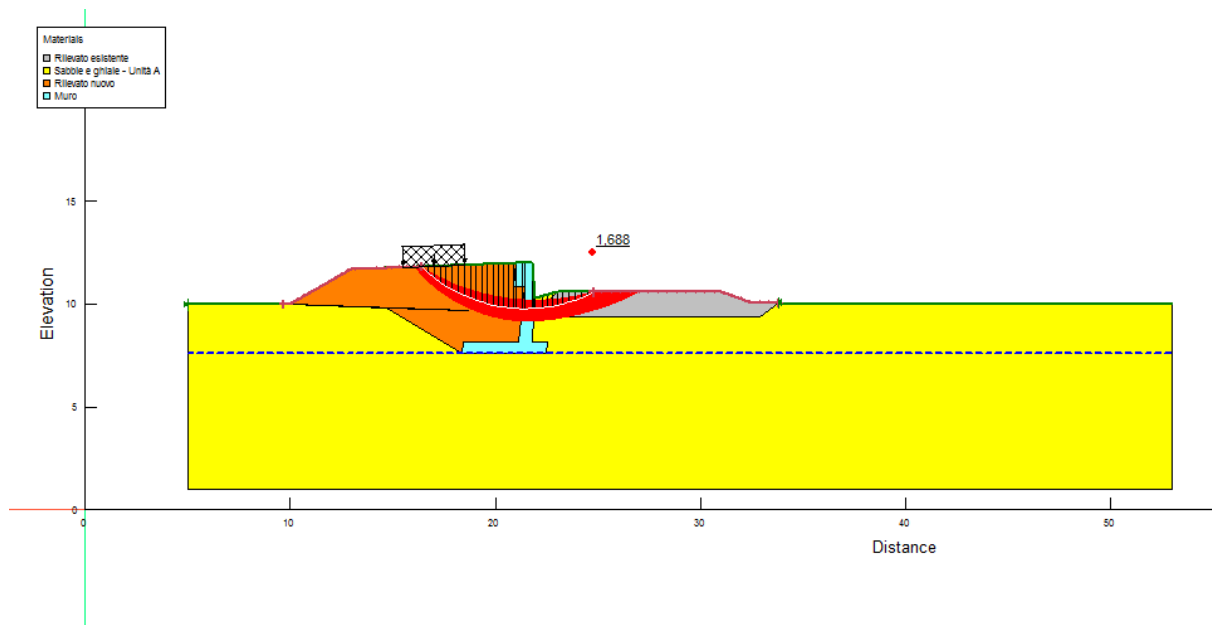
	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	16,564114	11,691315	-40,123528	39,477787	24,668459	0

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	53 di 75

Slice 2	16,861943	11,432127	-37,58167	44,489935	27,800397	0
Slice 3	17,159771	11,199802	-35,30326	49,204138	30,746158	0
Slice 4	17,4576	10,991208	-33,257574	53,641878	33,519166	0
Slice 5	17,755429	10,803937	-31,421005	57,820849	36,130476	0
Slice 6	18,053257	10,636099	-29,775025	61,755692	38,589239	0
Slice 7	18,351086	10,486189	-28,304854	65,45856	40,903048	0
Slice 8	18,638664	10,357046	-27,038352	25,845642	16,15015	0
Slice 9	18,915992	10,24669	-25,956086	28,285537	17,674765	0
Slice 10	19,19332	10,149326	-25,001242	30,557757	19,094606	0
Slice 11	19,470648	10,064408	-24,168448	32,663282	20,410284	0
Slice 12	19,747977	9,9914816	-23,45326	34,602525	21,622058	0
Slice 13	20,013311	9,9323569	-22,873425	36,30637	22,686738	0
Slice 14	20,26665	9,8858158	-22,416996	37,786281	23,611489	0
Slice 15	20,51999	9,8485443	-22,051474	39,125674	24,448435	0
Slice 16	20,77333	9,8203978	-21,775441	40,323054	25,196641	0
Slice 17	20,95	9,8051663	-21,626066	41,09082	25,676394	0
Slice 18	21,138336	9,7958964	-21,535156	41,692163	26,052155	0
Slice 19	21,338336	9,7891562	-21,469055	42,244796	26,397478	0
Slice 20	21,6	9,7926177	-21,503002	42,746551	26,711009	0
Slice 21	21,836137	9,7989454	-21,565057	31,106083	19,437238	0
Slice 22	21,886137	9,8017705	-21,592763	14,114635	7,0372972	0
Slice	22,083614	9,818996	-21,761694	9,9526473	4,9622069	0

23						
Slice 24	22,389357	9,8515284	-22,080739	11,049463	5,5090592	0
Slice 25	22,633614	9,8881238	-22,43963	11,745137	5,8559093	0
Slice 26	22,877871	9,9333441	-22,883106	12,291013	6,128073	0
Slice 27	23,147352	9,993956	-23,477527	11,910696	5,9384539	0
Slice 28	23,442055	10,072279	-24,245644	10,522055	5,2461032	0
Slice 29	23,736758	10,164192	-25,147034	8,8224063	4,3986895	0
Slice 30	24,031462	10,270252	-26,187166	6,7837664	3,3822612	0
Slice 31	24,326165	10,391142	-27,372731	4,3714355	2,1795173	0
Slice 32	24,620868	10,527694	-28,711896	1,5417891	0,76870769	0





LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	55 di 75

VERIFICA STABILITA' -OPERA PROVVISORIALE

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 350

Date: 04/12/2018

Time: 15:22:14

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: st-sez7_PROVV.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\03-GEOTECNICA\CALCOLI\stabilita\

Last Solved Date: 04/12/2018

Last Solved Time: 15:22:38

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	56 di 75

Direction of movement: Right to Left

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 7,5 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	57 di 75

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (5,4998; 6,5) m

Left-Zone Right Coordinate: (14,319; 6,5) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (27,72162; 10,6) m

Right-Zone Right Coordinate: (44,57771; 10,04387) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (5; 6,5) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	5	6,5
Coordinate 2	52,5	6,5

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 65 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	23,5	11
	26	11

Surcharge Load 2

Surcharge (Unit Weight): 0 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	27,5	11
	30	11

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	21,9	10
Point 2	23	10,6
Point 3	31	10,6
Point 4	32,5	10,1
Point 5	53	10
Point 6	21,8	6,5
Point 7	32,9	9,4
Point 8	33,8	10,1
Point 9	53	1
Point 10	5	1
Point 11	5	6,5

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato esistente	1;2;3;4;8;7	9,31
Region 2	Sabbie e ghiaie - Unità A	11;6;1;7;8;5;9;10	370,46

Current Slip Surface

Slip Surface: 18.309

F of S: 1,586

Volume: 64,739682 m³

Weight: 1.230,054 kN

Resisting Moment: 4.194,9679 kN-m

Activating Moment: 2.645,4198 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (12,99612; 6,5) m

Entry: (28,568489; 10,6) m

Radius: 8,44566 m

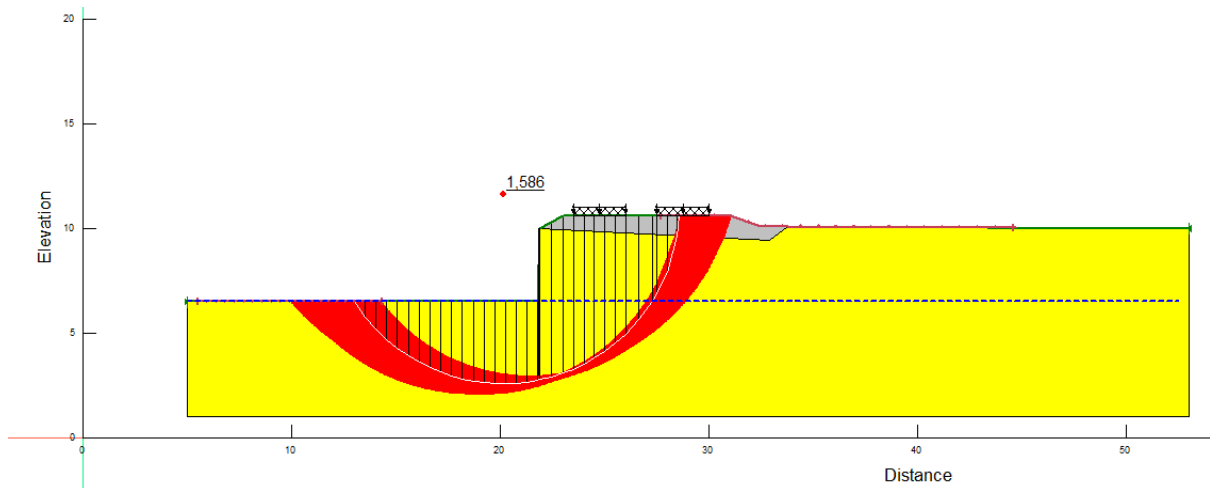
Center: (20,133074; 11,015868) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	13,255058	6,1351029	3,5785463	9,6080371	3,0061932	0
Slice 2	13,772933	5,4730843	10,070963	24,850461	7,3687859	0
Slice 3	14,290808	4,9274922	15,421584	36,135154	10,327405	0
Slice 4	14,808684	4,4684523	19,923389	45,02609	12,515745	0
Slice 5	15,326559	4,07848	23,747847	52,219107	14,195247	0
Slice 6	15,844434	3,7463179	27,00536	58,094006	15,500227	0
Slice 7	16,362309	3,4642627	29,771475	62,884409	16,5095	0
Slice 8	16,880185	3,2268281	32,099996	66,745354	17,273538	0
Slice 9	17,39806	3,0300081	34,030211	69,784969	17,826665	0
Slice 10	17,915935	2,8708418	35,591155	72,081093	18,193212	0
Slice 11	18,433811	2,747144	36,804258	73,690732	18,390917	0
Slice	18,951686	2,6573331	37,685035	74,655751	18,432919	0

12						
Slice 13	19,469561	2,6003195	38,244167	75,006436	18,328991	0
Slice 14	19,987436	2,575436	38,488199	74,763771	18,086333	0
Slice 15	20,505312	2,5823971	38,419931	73,940865	17,710085	0
Slice 16	21,023187	2,6212824	38,038583	72,543781	17,203657	0
Slice 17	21,541062	2,692541	37,33975	70,571908	16,568943	0
Slice 18	21,85	2,7467249	36,808369	100,40511	31,708164	0
Slice 19	22,175	2,8256676	36,034178	131,65693	47,675744	0
Slice 20	22,725	2,9829612	34,491599	131,97154	48,601705	0
Slice 21	23,25	3,1710241	32,647267	129,08725	48,083202	0
Slice 22	23,75	3,3889119	30,510441	145,79838	57,480446	0
Slice 23	24,25	3,6471449	27,97795	138,63968	55,173903	0
Slice 24	24,75	3,9501778	25,006106	130,62027	52,657276	0
Slice 25	25,25	4,3041312	21,534885	121,60343	49,892334	0
Slice 26	25,75	4,7176857	17,479157	111,39521	46,824816	0
Slice 27	26,317507	5,2831702	11,93345	78,434088	33,155995	0
Slice 28	26,952521	6,0628483	4,287147	61,434841	28,492789	0
Slice 29	27,385014	6,6928935	-1,8917063	48,579108	24,22065	0
Slice 30	27,741554	7,3930928	-8,7585609	36,679382	18,287665	0

Slice 31	28,224661	8,7711207	-22,272881	16,276999	8,1154122	0
Slice 32	28,517351	10,120921	-35,510377	2,3047735	1,1491177	0



VERIFICA STABILITA' – BRUZOLO SEZ.11 STATICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 350

Date: 04/12/2018

Time: 16:14:51

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: st-sez11.gsz



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	62 di 75

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\03-GEOTECNICA\CALCOLI\stabilità\

Last Solved Date: 04/12/2018

Last Solved Time: 16:15:58

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: High Strength

Unit Weight: 20 kN/m³



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	64 di 75

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (6,306; 12,2) m

Left-Zone Right Coordinate: (16,71335; 13,40943) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (24,78269; 10,6) m

Right-Zone Right Coordinate: (51,13396; 10,00972) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (5; 12,2) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	5	7,6
Coordinate 2	52,5	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 65 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	14,5
	18,5	14,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	11	12,2
Point 2	13	13,5
Point 3	21,2	13,3
Point 4	21,8	13,3
Point 5	21,9	10,6
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	17	11,4
Point 11	21	10,9
Point 12	22,5	7,6
Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4
Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1
Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	12,4
Point 22	21,1	12,4
Point 23	53	1
Point 24	14,67	10
Point 25	5	1
Point 26	5	12,2

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	17,73
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,619
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,66
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	430,21
Region 6	Rilevato nuovo	1;10;11;22;21;15;14;13;24	21,5

Current Slip Surface

Slip Surface: 17.338

F of S: 2,266

Volume: 57,479549 m³

Weight: 1.127,5 kN

Resisting Moment: 5.810,967 kN-m

Activating Moment: 2.564,6193 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (28,747587; 10,6) m

Entry: (14,555227; 13,462068) m

Radius: 7,5460973 m

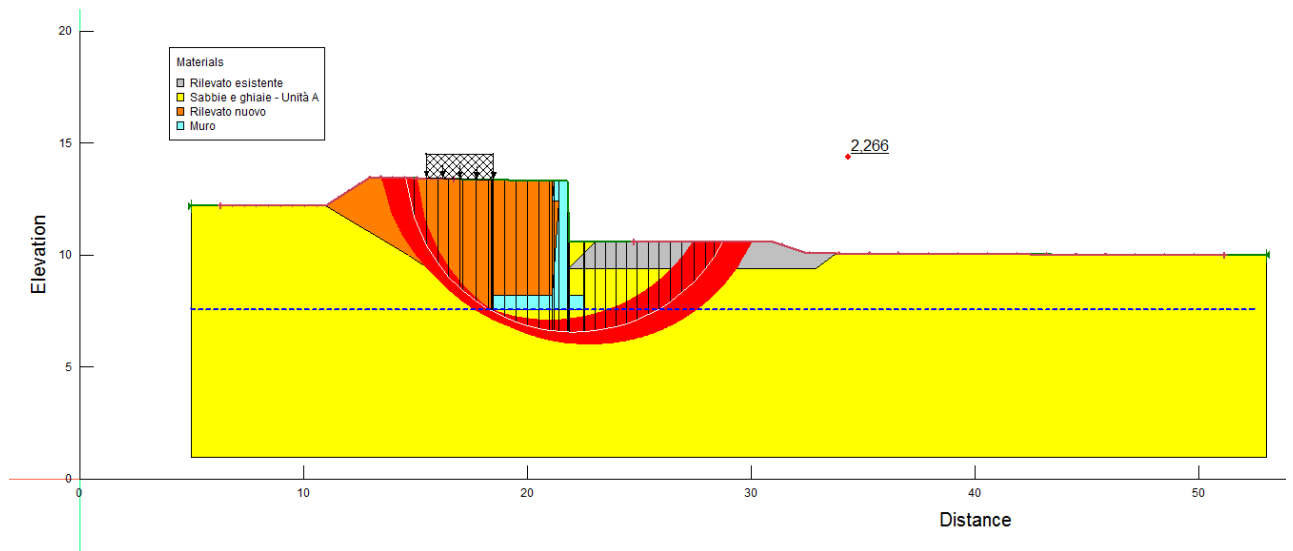
Center: (22,072613; 14,119703) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	14,744265	12,568814	-48,729155	7,7128865	4,8195464	0
Slice 2	15,216652	11,043963	-33,774948	29,740602	18,583991	0
Slice 3	15,75	10,026227	-23,794013	96,395973	60,234889	0
Slice 4	16,25	9,335806	-17,023049	113,66407	71,025191	0
Slice 5	16,75	8,7822206	-11,594037	128,18674	80,099963	0
Slice 6	17,065955	8,4744229	-8,5754658	136,54701	85,32404	0
Slice 7	17,417183	8,191889	-5,8046557	150,02095	74,797686	0
Slice 8	17,987728	7,7839246	-1,8037486	161,7468	80,643979	0
Slice 9	18,3365	7,5638125	0,3548911	168,41059	83,78948	0
Slice 10	18,41	7,5220735	0,76422485	169,75643	84,256407	0
Slice 11	18,46	7,4947101	1,032578	170,62534	84,555829	0
Slice 12	18,75	7,350193	2,4498572	108,47967	52,864511	0

Slice 13	19,25	7,1265812	4,6428184	114,20641	54,626392	0
Slice 14	19,75	6,9447467	6,4260695	119,12243	56,188334	0
Slice 15	20,25	6,8015554	7,830346	123,30008	57,571083	0
Slice 16	20,75	6,6947592	8,8776966	126,79302	58,790412	0
Slice 17	21,05	6,6433874	9,3814996	128,65569	59,467916	0
Slice 18	21,15	6,6303889	9,5089763	129,19958	59,67553	0
Slice 19	21,3	6,6139358	9,6703321	130,00708	59,997688	0
Slice 20	21,6	6,5910871	9,8944093	131,48821	60,624431	0
Slice 21	21,825	6,5777112	10,025587	118,53885	54,102715	0
Slice 22	21,875	6,5762355	10,040059	90,686229	40,208697	0
Slice 23	22,2	6,5806496	9,996769	77,217816	33,515177	0
Slice 24	22,525	6,5872202	9,9323318	77,43571	33,655943	0
Slice 25	22,775	6,6097654	9,7112312	77,204744	33,651024	0
Slice 26	23,239352	6,6682867	9,1373122	77,044363	33,857207	0
Slice 27	23,718056	6,7592721	8,2450184	76,325849	33,94385	0
Slice 28	24,19676	6,8830359	7,0312673	75,017416	33,896643	0
Slice 29	24,675465	7,0413058	5,4791137	73,090879	33,709982	0
Slice 30	25,154169	7,2364755	3,565085	70,507538	33,376276	0
Slice 31	25,632873	7,4718156	1,2571047	67,215313	32,88555	0
Slice 32	26,133268	7,7668549	-1,6363456	62,649295	31,235786	0
Slice 33	26,655353	8,1335527	-5,232551	56,366347	28,103224	0
Slice	27,177438	8,5736713	-9,5487942	48,289602	24,076308	0

34						
Slice 35	27,699523	9,1069735	-14,778889	37,68406	18,788579	0
Slice 36	28,157321	9,6689902	-20,290587	25,310073	12,619137	0
Slice 37	28,550831	10,26899	-26,174787	9,9911459	4,9814016	0



VERIFICA STABILITA' – BRUZOLO SEZ.11 SISMICA

Slope Stability

Report generated using GeoStudio 2016. Copyright © 1991-2016 GEO-SLOPE International Ltd.

File Information



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	69 di 75

File Version: 8.16

Last Edited By: 3TI

Revision Number: 367

Date: 04/12/2018

Time: 16:12:30

Tool Version: 8.16.1.13452

File Name: sy-sez11.gsz

Directory: \\RM1-prod\PJ\10-13014\W\3\03-GEOTECNICA\CALCOLI\stabilità\

Last Solved Date: 04/12/2018

Last Solved Time: 16:12:49

Project Settings

Length(L) Units: Meters

Time(t) Units: Seconds

Force(F) Units: Kilonewtons

Pressure(p) Units: kPa

Strength Units: kPa

Unit Weight of Water: 9,807 kN/m³

View: 2D

Element Thickness: 1

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: SLOPE/W

Method: Bishop

Settings

PWP Conditions Source: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	70 di 75

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

F of S Distribution

F of S Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

F of S Tolerance: 0,01

Minimum Slip Surface Depth: 0,1 m

Materials

Rilevato esistente

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Sabbie e ghiaie - Unità A

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 26,5 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Rilevato nuovo

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20 kN/m³

Cohesion': 0 kPa



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	71 di 75

Phi: 32 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Muro

Model: High Strength

Unit Weight: 20 kN/m³

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (5,6083; 12,2) m

Left-Zone Right Coordinate: (15,81194; 13,16571) m

Left-Zone Increment: 20

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (24,78269; 10,6) m

Right-Zone Right Coordinate: (51,13396; 10,00972) m

Right-Zone Increment: 20

Radius Increments: 50

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (5; 12,2) m

Right Coordinate: (53; 10) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
Coordinate 1	5	7,6
Coordinate 2	52,5	7,6

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 50 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	15,5	14,5
	18,5	14,5

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,087

Vert Seismic Coef.: -0,0437

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	11	12,2
Point 2	13	13,2
Point 3	21,2	13,1
Point 4	21,8	13,1
Point 5	21,9	10,6
Point 6	23	10,6
Point 7	31	10,6
Point 8	32,5	10,1
Point 9	53	10
Point 10	17	11,4
Point 11	21	10,9
Point 12	22,5	7,6
Point 13	18,4	7,6
Point 14	18,42	8,2
Point 15	21,1	8,2
Point 16	21,8	8,2
Point 17	21,85	9,4
Point 18	32,9	9,4
Point 19	33,8	10,1
Point 20	22,55	8,2
Point 21	21,4	12,4
Point 22	21,1	12,4
Point 23	53	1
Point 24	14,67	10
Point 25	5	1
Point 26	5	12,2

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
--	----------	--------	------------------------



LINEA MODANE TORINO

ADEGUAMENTO LINEA STORICA TRATTA BUSSOLENO-AVIGLIANA

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	73 di 75

Region 1	Rilevato nuovo	1;10;11;22;3;2	15,39
Region 2	Muro	3;22;21;15;14;13;12;20;16;17;5;4	5,479
Region 3	Sabbie e ghiaie - Unità A	5;6;17	0,66
Region 4	Rilevato esistente	6;7;8;19;18;17	12,31
Region 5	Sabbie e ghiaie - Unità A	26;1;24;13;12;20;16;17;18;19;9;23;25	430,21
Region 6	Rilevato nuovo	1;10;11;22;21;15;14;13;24	21,5

Current Slip Surface

Slip Surface: 18.405

F of S: 1,961

Volume: 56,213297 m³

Weight: 1.102,8645 kN

Resisting Moment: 5.465,8672 kN-m

Activating Moment: 2.787,652 kN-m

F of S Rank (Analysis): 1 of 22.491 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 22.491 slip surfaces

Exit: (28,747587; 10,6) m

Entry: (14,246069; 13,184804) m

Radius: 7,818902 m

Center: (21,957484; 14,47682) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	14,444468	12,449544	-47,55948	6,4243872	4,0144026	0
Slice 2	14,85715	11,243693	-35,733694	21,751169	13,591639	0
Slice 3	15,285717	10,420639	-27,662009	34,519565	21,570218	0
Slice 4	15,795869	9,6875296	-20,472403	94,474605	59,034285	0
Slice 5	16,387608	9,0056732	-13,785437	110,59424	69,106948	0
Slice 6	16,841739	8,5674578	-9,4878583	127,03437	63,337	0
Slice 7	17,206109	8,2726063	-6,5962504	134,5221	67,070246	0
Slice	17,618327	7,9771638	-3,6988454	142,33424	70,965235	0

RELAZIONE ANALISI DEI CEDIMENTI E VERIFICHE DI STABILITÀ

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NTOI	04	D 26 RH	RI 00 00001	A	74 di 75

8						
Slice 9	18,030545	7,7197829	-1,1747111	149,49147	74,533698	0
Slice 10	18,318327	7,5570477	0,42123327	154,25444	76,698412	0
Slice 11	18,41	7,5090041	0,89239636	155,7379	77,203119	0
Slice 12	18,46	7,483907	1,1385238	156,50066	77,460707	0
Slice 13	18,75	7,351365	2,438363	99,200012	48,243578	0
Slice 14	19,25	7,1464905	4,4475675	104,48687	49,877754	0
Slice 15	19,75	6,9805329	6,0751141	109,07002	51,351367	0
Slice 16	20,25	6,850937	7,3460605	113,00561	52,679907	0
Slice 17	20,75	6,7558628	8,2784533	116,33605	53,875531	0
Slice 18	21,05	6,7109225	8,7191834	118,12936	54,549903	0
Slice 19	21,15	6,6998882	8,8273966	118,65798	54,759509	0
Slice 20	21,3	6,6862572	8,9610761	119,42354	55,07455	0
Slice 21	21,6	6,668661	9,1336417	120,81423	55,681887	0
Slice 22	21,825	6,6590806	9,2275961	109,33009	49,909258	0
Slice 23	21,875	6,6583932	9,2343376	84,517049	37,534575	0
Slice 24	22,2	6,6674458	9,1455588	72,527902	31,601271	0
Slice 25	22,525	6,6785815	9,0363508	72,716997	31,749999	0
Slice 26	22,775	6,7040658	8,786427	72,492739	31,762796	0
Slice 27	23,223193	6,7643593	8,1951285	72,372137	31,997476	0
Slice 28	23,669578	6,8510982	7,3444796	71,798221	32,13545	0
Slice 29	24,115964	6,9653447	6,2240647	70,758858	32,175861	0

Slice 30	24,56235	7,1083832	4,8212857	69,235327	32,115656	0
Slice 31	25,008735	7,2819386	3,1192278	67,202764	31,950872	0
Slice 32	25,455121	7,4882958	1,0954828	64,628882	31,676584	0
Slice 33	25,900883	7,7300896	-1,2757885	61,25464	30,540437	0
Slice 34	26,346021	8,0112491	-4,03312	56,855442	28,347078	0
Slice 35	26,79116	8,3375563	-7,2332145	51,405532	25,629853	0
Slice 36	27,236298	8,7167677	-10,952141	44,622443	22,247929	0
Slice 37	27,681437	9,1603709	-15,302557	36,02632	17,962061	0
Slice 38	28,114901	9,6701604	-20,302063	25,063916	12,496407	0
Slice 39	28,536691	10,27016	-26,186263	9,9540561	4,9629093	0

