

Collegamento tra l'A4 (Torino–Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri–Gravellona) in località Ghemme. Lotto 1

PROGETTO DEFINITIVO

COD.

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n.3594
ing. Achille Devitofranceschi
Ordine Ing. di Roma n.19116

IL GEOLOGO:

geol. Serena Majetta
Ordine Geol. del Lazio n.928

RESPONSABILE DEL SIA

arch. Giovanni Magarò
Ordine Arch. di Roma n.16183

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

ing. Nicolò Canepa

PROTOCOLLO

DATA

GEOTECNICA

RELAZIONE GEOTECNICA SUL RILEVATO STRADALE

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPT007_D_1701_T00_GE00_GET_RE03_A.PDF

DPT007 D 1701

CODICE ELAB. T00GE00GETRE03

A

-

C

B

A

Emissione

18/5/2018

Ing. A. Mangiola

Ing. E. Mittiga

Ing. A. Micheli

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Indice

1.	INTRODUZIONE	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	BIBLIOGRAFIA	5
4.	APPROCCIO NORMATIVO	7
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
6.	SEZIONI DI VERIFICA E STRATIGRAFIE DI PROGETTO	10
7.	VERIFICHE DI STABILITÀ DEL RILEVATO	13
7.1	Metodi di analisi e codice di calcolo.....	13
7.2	Azione sismica	13
7.3	Carichi	16
7.4	Sintesi dei risultati	16
8.	STIMA DEI CEDIMENTI DEL RILEVATO	24
8.1	Metodi di analisi	24
8.2	Rilevato VI01	29
8.3	Rilevato VI02	33
8.4	Rilevato VI03	37
8.5	Rilevato VI04	41
8.6	Rilevato VI05	45
8.7	Rilevato VI06	49
8.8	Rilevato fine Lotto	53
8.9	Riepilogo cedimenti rilevati	57
9.	EDIFICIO BARRIERA DI ESAZIONE – STUDIO DELLA FONDAZIONE	58
9.1	Metodo di calcolo e di analisi fondazioni superficiali.....	58
9.2	Analisi dei carichi.	60
10.	CONCLUSIONI	66
11.	TABELLE DI CALCOLO	67
11.1	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-21 pk 25+575	67

11.2	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-21 pk 25+575	70
11.3	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-150 pk 28+450	73
11.4	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-150 pk 28+450	75
11.5	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-199 pk 29+600	78
11.6	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-199 pk 29+600	81
11.7	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-319 pk 32+275	83
11.8	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-319 pk 32+275	86
11.9	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-516 pk 36+975	89
11.10	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-516 pk 36+975	91
11.11	Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-605 pk 38+850	95
11.12	Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-605 pk 38+850	97
11.13	Azioni agenti nei nodi della fondazione della barriera di esazione.....	101

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono esposti i risultati delle verifiche di stabilità globale e le analisi dei cedimenti del rilevato stradale costituito in materiali sciolti e della trincea da pk 24+400 a pk 25+728 del Progetto Definitivo del Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme - Lotto 1. È inoltre riportato lo studio della fondazione del fabbricato adiacente alla barriera di esazione in prossimità dell'autostrada A26.

L'area di intervento è ubicata in un quadrante nevralgico per lo sviluppo regionale piemontese, tanto è che l'opera, già programmata dalla Legge Obiettivo, costituisce, nel contesto nazionale, il ramo occidentale della Pedemontana veneto-lombarda-piemontese.

Il tracciato della Pedemontana piemontese, della lunghezza di circa 40 km, nel primo tratto si sviluppa dall'autostrada A4 Torino-Milano verso nord, in direzione di Biella, attraversando i comuni di Cavaglià, Dorzano, Salussola, Massazza, Verrone, Benna, Candelo e Valdengo, e nel secondo tratto piega verso est, sfruttando un tratto della S.R. 142, della quale è previsto l'adeguamento, e infine, attraversando i Comuni di Cossato, Lessona, Masserano, Brusnengo, Roasio, Lozzolo e Gattinara, raggiunge il Comune di Ghemme, dove si collega alla A26 Voltri-Arona. Il lotto del presente progetto riguarda il tratto di circa 15 km che va dallo Svincolo di Masserano fino allo Svincolo con l'autostrada A26 nei pressi di Ghemme.

Le analisi numeriche sono state condotte in ottemperanza al D.M. 14/01/2008 ("NTC2008") con verifica agli stati limite ultimi SLU (sicurezza nei confronti della rottura) sia in condizioni statiche che sismiche. I criteri di verifica delle trincee e delle opere in materiali sciolti, indicati come comuni dalla normativa di riferimento D.M. 14/01/2008 "NTC2008", sono in particolare dettagliati al § 6.8.2 per le analisi statiche e al § 7.11.3.5 e § 7.11.4 per le verifiche sismiche delle suddette norme.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto dell'opera è stato redatto nel rispetto delle seguenti Norme e Leggi:

- DM 14.01.2008 –Norme tecniche per le costruzioni.
- CIRCOLARE n.617 del 2.2.2009 – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM.14.01.2008.

3. BIBLIOGRAFIA

Nella tabella successiva, sono riportati i principali testi consultati per la redazione della presente relazione.

<i>Autore</i>	<i>Titolo</i>	<i>Editore</i>	<i>Anno</i>
AA. VV.	Ingegneria Antisismica.	Liguori	1985
AA. VV.	Il modello geotecnico del sottosuolo nella progettazione delle opere di sostegno e degli scavi.	Hevelius	1997
Aicap	Dettagli costruttivi di strutture in calcestruzzo armato.	Pubblicamento	2011
Aicap	Commentario alle norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008 - Costruzioni in Calcestruzzo, Costruzioni composte in acciaio-calcestruzzo.	Pubblicamento	2011
Aicap - AGI	Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni	AGI	2012
Annunziata F. et al.	Progettazione Stradale Integrata.	Zanichelli	2004
Associazione Geotecnica Italiana	Aspetti geotecnici della Progettazione in zona sismica.	Patron Editore	2005
Belluzzi O.	Scienza delle Costruzioni.	Zanichelli	1941
Boscolo Bielo M.	Progettazione Strutturale.	Legislazione Tecnica	2010
Bowles E. B.	Fondazioni - progetto e analisi.	McGraw-Hill	1998
Bruschi A.	Meccanica delle Rocce.	Flaccovio	2004
Capurso M.	Introduzione al calcolo automatico delle strutture.	ESAC	1986
Clayton C.R.I., Milititsky J. e Woods R.I.	La spinta delle terre e le opere di sostegno.	Hevelius	1993
Collotta T.	Prontuario Interattivo di Geotecnica.	Flaccovio	1951
Desideri A., Miliziano S. e Rampello S.	Drenaggi a gravità per la stabilizzazione dei pendii.	Hevelius	1997
Di Francesco R.	Geotecnica - guida pratica alle nuove norme tecniche.	Flaccovio	2010
Ferrari P. e Giannini F.	Ingegneria Stradale.	ISED I	1979
Garbin F. e Storoni Ridolfi S.	Geologia e geotecnica stradale.	Flaccovio	2010
Ghersì A.	Il cemento armato.	Flaccovio	2010
Giangreco E.	Teoria e tecnica delle costruzioni.	Liguori	1963
Lai C. G., Foti S. e Rota M.	Input Sismico e Stabilità Geotecnica dei Siti di Costruzione.	IUSS Press	2009

<i>Lancellotta R.</i>	Meccanica dei Terreni e Fondazioni - Resistenza al taglio e deformabilità.	<i>Levrotto e Bella</i>	1983
<i>Lancellotta R.</i>	Geotecnica.	<i>Zanichelli</i>	1987
<i>Lancellotta R. e Cavalera J.</i>	Fondazioni.	<i>McGraw-Hill</i>	1999
<i>Leonhardt F.</i>	Calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.	<i>ETS</i>	1977
<i>Mancina M., Nori R. e Iasiello P.</i>	Progetti e calcoli di geotecnica con excel - Vol. I e II.	<i>DEI</i>	2006
<i>Pane V. e Tamagnini C.</i>	Analisi dei diaframmi multiancorati.	<i>Hevelius</i>	2004
<i>Pasqualini E</i>	Standard Penetration Test SPT	<i>Atti delle C.G. di Torino, XI ciclo</i>	1983
<i>Perretti A., Ghersi A., Sattamino P. e Brenna A.</i>	La validazione del calcolo strutturale eseguito con il computer.	<i>Maggioli Editore</i>	2007
<i>Poulos H.G. and Davis E. H.</i>	Analisi e Progettazione di fondazioni su pali.	<i>Flaccovio</i>	2002
<i>Tamagnini C.</i>	Analisi limite in ingegneria geotecnica.	<i>Hevelius</i>	2005
<i>Tanzini M.</i>	Micropali e pali di piccolo diametro.	<i>Flaccovio</i>	2004
<i>Tanzini M.</i>	L'indagine geotecnica.	<i>Flaccovio</i>	2002
<i>Tesoriere G.</i>	Strade, Ferrovie e Aeroporti.	<i>UTET</i>	1996
<i>Viggiani C.</i>	Fondazioni.	<i>Hevelius</i>	1999
<i>William Lambe T. e Whitman V.</i>	Meccanica dei Terreni.	<i>Flaccovio</i>	1997

4. APPROCCIO NORMATIVO

Il livello di sicurezza di un fronte di scavo o di un rilevato è espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento:

$$F_s = \tau_s / \tau_m$$

dove τ_s è la resistenza al taglio disponibile, valutata con parametri caratteristici, e τ_m lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento sotto l'azione dei carichi.

Ai sensi del DM 14/01/2008 la verifica di stabilità globale SLU/SLV è soddisfatta se avviene il rispetto della condizione $E_d \leq R_d$, con E_d valore di progetto dell'azione o del suo effetto e R_d valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Per le verifiche di sicurezza di stabilità globale, in ottemperanza alle prescrizioni normative, si è fatto riferimento all'Approccio Progettuale 1, Combinazione 2 (A2+M2+R2 per il caso statico SLU, M2+R2 per quello sismico SLV).

La resistenza di progetto R_d del sistema geotecnico viene dedotta come (cfr. §6.2.3.1 di NTC2008):

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[\gamma_F \cdot F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Dove il coefficiente di sicurezza parziale γ_R è pari a 1.1.

Ciò sta a significare che, una volta amplificate le azioni e abbattuti i parametri geotecnici dei terreni ($\gamma_\phi=1.25$; $\gamma_c=1.25$ Tab.6.2.II), si adotta un coefficiente di sicurezza minimo pari a $F_{S_{adm}} = \gamma_R = 1.1$, in condizioni statiche e pseudostatiche.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal tracciato in progetto ricade, partendo da E verso W, nei Comuni di Romagnano Sesia (VC), Ghemme (NO), Gattinara (VC), Lozzolo (VC), Roasio (BI), Brusnengo (BI) e Masserano (BI), consentendo la transizione tra la province di Vercelli, Novara e Biella. Il tracciato in progetto risulta così confinante dal settore collinare dell'asse Masserano – Gattinara (a Nord), dalla valle del torrente Ostola (ad Ovest), dal territorio agricolo (ad Sud) mentre con l'alveo inciso del Fiume Sesia (ad Est).

In profilo longitudinale si può osservare che il tracciato compie una curva ideale con concavità verso il basso: con il picco m 275 circa s.l.m., nel Comune di Roasio, mentre i valori minimi alle estremità iniziali e finali di m 228,0 circa s.l.m., ubicate in prossimità delle incisioni vallive del torrente Ostola e del fiume Sesia.

Il territorio attraversato appare piuttosto omogeneo e caratterizzato da estese aree pianeggianti o poco acclivi localizzate unicamente lungo i fondovalle principali dei torrente Ostola, Marchiazza, Rovasenda e del fiume Sesia. L'ambiente caratteristico è quello della Baraggia con ampie superfici completamente boscate e coltivate, e rari i nuclei abitati o fabbricati isolati. Nonostante la regolarità del paesaggio, sono riconoscibili, lungo il tracciato tre livelli fondamentali del settore di pianura in esame, che sommariamente, possono essere così descritti:

- Livello superiore: costituito dalle superfici terrazzate interne ai depositi di origine fluvioglaciale del "Fluvioglaciale Riss" (Pleistocene Medio) ricoperti da un paleosuolo essenzialmente argilloso. Il terrazzo rissiano risulta in corrispondenza del tracciato in esame sopraelevato rispetto al fondovalle attuale del fiume Sesia di 20 - 25 m ed insiste sulla quasi totalità del tracciato in esame (75%);

- Livello intermedio: costituito dalle superfici terrazzate modellate all'interno dei depositi di origine fluvioglaciale del "Fluvioglaciale Wurm-Riss" (Pleistocene Sup. - Pleistocene Medio) appartenenti al livello fondamentale della pianura, che si sviluppano sia in sinistra che in destra orografica del fiume Sesia. Tale livello è caratteristico del settore più orientale del tracciato (svincolo di Ghemme incluso);

- Livello inferiore: costituito dalla piana del fiume Sesia, formata dalle fasce di alluvioni recenti ed antiche a contorno del corso d'acqua su ambedue le sponde, più estesa in destra orografica. Tale livello è caratteristico del settore più orientale del tracciato (svincolo di Ghemme incluso).

Il modello evolutivo del tratto di pianura è significativamente influenzato dall'assetto idrografico dell'area, costituito da una fitta rete di canali di dimensioni medio piccole (ad esclusione del fiume Sesia). Il decorso dei canali naturali è prevalentemente orientato lungo la direzione N – S, mentre i canali irrigui mostrano andamento subparallelo e in alcuni casi trasversale al reticolo naturale. Escluso il settore montano, la situazione generale relativa alla distribuzione superficiale dei complessi stratigrafici e delle unità strutturali può essere sommariamente descritta, da N verso S, come in seguito riportato:

Un settore collinare dove le unità affioranti alle quote di interesse delle opere sono per lo più:

— "Depositi pliocenici" (copertura pliocenica). Sedimenti marini e di transizione all'ambiente continentale in facies astiana (sabbie), piacentiana (silts sabbiosi) e fossaniana (sabbie ghiaiose), in forma di lembi, ridotti in estensione e potenza, addossati al piede dei rilievi collinari.

- "Depositi quaternari" (copertura quaternaria). Ghiaie ciottolose sabbiose, sabbie ghiaiose, limi sabbiosi la cui origine è legata alle fasi di alluvionamento da parte del reticolo idrografico attuale (depositi olocenici) e passato (depositi pleistocenici). Si distribuiscono lungo le fasce adiacenti i corsi d'acqua attuali (alluvioni oloceniche) o costituiscono, nelle porzioni di territorio più elevate, limitate superfici terrazzate (Pleistocene), isolate o che si raccordano con i depositi continentali della pianura.

Un settore di pianura dove le unità affioranti alle quote di interesse delle opere sono per lo più "Depositi quaternari", organizzati in un sistema terrazzi morfologici, disposti su quote diverse tra loro e in rapporto di parziale sovrapposizione, con contatto attraverso un meccanismo erosionale. Il substrato, non è affiorante, ed è costituito da sedimenti marini di età pliocenica. L'area interessata dal progetto insiste sui depositi fluviali, fluvioglaciali e glaciali del quaternario, sia di età pleistocenica, che di età olocenica (alluvioni antiche, recenti ed attuali dei principali corsi d'acqua). L'esame del contesto geologico di progetto è riportato negli elaborati di Geologia a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

6. SEZIONI DI VERIFICA E STRATIGRAFIE DI PROGETTO

Le verifiche di stabilità globale dei rilevati stradali e dei fronti di scavo sono state eseguite in corrispondenza delle sezioni topografiche, ritenute più svantaggiose, riportate in Tabella 1

N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Intervento	Sondaggio di riferimento
1	SEZ-21	25+575	Trincea	S1DH
2	SEZ-150	28+450	Rilevato	S4DH
3	SEZ-199	29+600	Rilevato	S9/2010
4	SEZ-319	32+275	Rilevato	S10pz
5	SEZ-516	36+975	Rilevato	S16DH
				S13/2010
6	SEZ-605	38+850	Rilevato	S15/2009

Tabella 1: sezioni di studio di rilevato e trincea per le analisi di stabilità

Nelle seguenti tabelle viene riportato il modello stratigrafico utilizzato, valutato in corrispondenza delle suddette sezioni.

Sez-21 (25+575 km)			Parametri geotecnici			
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0,0	1,2	Terreno di riporto	19,00	20,00	0,00	30,00
1,2	5,0	Ug1	19,50	20,00	8,00	26,00
5,0	35,0	Ug3	19,50	20,00	0,00	29,00

Tabella 2: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-21 (25+575 km)

Sez-150 (28+450 km)			Parametri geotecnici			
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0,0	3,5	Ug1	19,50	20,00	5,00	26,00
3,5	12,5	Ug2	19,50	20,00	0,00	36,00
12,5	28,0	Ug3	19,00	20,00	0,00	29,00
28,0	35,0	Ug2	19,50	20,00	0,00	36,00

Tabella 3: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-150 (28+450 km)

Sez-199 (29+600 km)			Parametri geotecnici			
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0,0	6,0	Ug1	19,50	20,00	5,00	26,00
6,0	17,0	Ug2	19,50	20,00	0,00	36,00

17,0	40,0	Ug3	19,00	20,00	0,00	29,00
------	------	-----	-------	-------	------	-------

Tabella 4: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-199 (29+600 km)

Sez-319 (32+275 km)		Parametri geotecnici				
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0	2,7	Ug1	19,50	20,00	5,00	26,00
2,7	10,3	Ug2	19,50	20,00	0,00	36,00
10,3	40	Ug3	19,00	20,00	0,00	29,00

Tabella 5: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-319 (32+275km)

Sez-516 (36+975 km)		Parametri geotecnici				
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0,0	3,0	Ug1	19,50	20,00	5,00	26,00
3,0	40,0	Ug2	19,50	20,00	0,00	36,00

Tabella 6: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-516 (36+975km)

Sez-605 (38+850 km)		Parametri geotecnici				
Prof.[m]		Descrizione	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]
0	1,5	Terreno vegetale	18,50	19,00	0,00	20,00
1,5	12	Ug5	19,00	20,00	0,00	37,00
12	18	Ug6	18,50	19,00	5,00	26,00
18	60	Ug7	18,50	19,00	5,00	33,00

Tabella 7: modello stratigrafico per le analisi di stabilità Sez-608 (38+850km)

Come spiegato in precedenza verranno assunti i parametri caratteristici dividendo i valori riportati in tabella per γ_{ϕ} e $\gamma_{c'}$. Il materiale che dovrà essere utilizzato per la realizzazione dei rilevati stradali è caratterizzato come segue:

Descrizione	γ	γ_{sat}	c'	ϕ'
	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	(°)
Rilevato	18,00	18,50	0,00	34,00

Tabella 8: parametri geotecnici del rilevato

Nell'ambito del presente lavoro (crf. Tavola T00_PS00_TRA_ST01_A) è necessario eseguire opportune bonifiche al di sotto delle opere in rilevato con materiale proveniente da cava al fine di migliorare le caratteristiche geotecniche del piano di posa dello stesso:

N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Intervento	Spessore bonifica [cm]
1	SEZ-021	25+575	Trincea	-
2	SEZ-150	28+450	Rilevato	30,00
3	SEZ-199	29+600	Rilevato	50,00
4	SEZ-319	32+275	Rilevato	30,00
5	SEZ-516	36+975	Rilevato	70,00
6	SEZ-605	38+850	Rilevato	100,00

Tabella 9: tabella di sintesi spessori di bonifica

A tal proposito, le verifiche di stabilità globale sono state condotte nella maggior parte dei casi trascurando l'effetto migliorativo apportato dalla bonifica stessa, eccetto per il modello N°6 (sez-605 dist.prog.38+850) nel quale si presenta una bonifica avente spessore rilevante ai fini della stessa.

7. VERIFICHE DI STABILITÀ DEL RILEVATO

7.1 Metodi di analisi e codice di calcolo

Le verifiche di stabilità globale sono state realizzate con i metodi all'equilibrio limite. Il codice di calcolo utilizzato per effettuare le analisi è SLOPE/W (Licenza n.3995-102525-102092), prodotto dalla Software House Geostudio.

Il codice Slope/W è in grado di fornire una soluzione generale del problema bidimensionale di stabilità, ricavandone il coefficiente di sicurezza FS come il fattore di cui deve essere ridotta la resistenza disponibile lungo la superficie di rottura per portare la massa potenzialmente instabile in uno stato di equilibrio limite.

La valutazione del coefficiente di sicurezza viene effettuata per tentativi, generando un gran numero di superfici di scivolamento con un algoritmo pseudo-casuale.

Nelle analisi di stabilità è stato utilizzato il criterio di Morgenstern & Price (1965); tale metodo stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $x = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

Le ipotesi di calcolo e i fondamenti teorici del metodo sono diffusamente presenti in letteratura, alla quale si rimanda per un'analisi teorica più approfondita.

Il calcolo viene effettuato in modo iterativo, calcolando i fattori di sicurezza rispetto all'equilibrio globale delle forze e dei momenti, fino ad ottenere una soddisfacente convergenza dei risultati, con la restituzione di un unico coefficiente di sicurezza FS. Il codice di calcolo sottopone a verifica tutta la famiglia di superfici cinematicamente compatibili con le condizioni a contorno imposte, fino ad individuare la superficie di minima resistenza.

7.2 Azione sismica

L'accertamento delle condizioni di stabilità dei rilevati stradali e dei fronti di scavo è avvenuto anche con riferimento alle "azioni sismiche", secondo le prescrizioni contenute ai §7.11.3.5 e §7.11.4 di NTC 2008. Le azioni indotte dal sisma, tipicamente dinamiche, sono state simulate attraverso un insieme di forze statiche equivalenti all'azione inerziale ("metodo pseudo-statico").

Tali forze sono proporzionali, per il tramite di due coefficienti sismici k_h e $k_v = \pm 0,5 k_h$, al peso della massa potenzialmente instabile delimitata dalla superficie di scorrimento. Nelle verifiche condotte con i metodi delle strisce, la forza statica equivalente viene applicata al baricentro di ciascuna striscia.

In base al D.M. 14/01/2008, l'azione sismica sulle opere è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). La pericolosità sismica in un generico sito è valutata:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione, ottenuto dal prodotto della vita nominale dell'opera VN per il coefficiente d'uso CU il quale dipende dalla classe d'uso secondo la tabella 2.4.II,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Data le tipologie d'opere, l'azione sismica per le verifiche stabilità globale in condizioni sismiche è stata valutata tenendo conto dei seguenti parametri:

- Coordinate del reticolo di riferimento (longitudine e latitudine)
- Classe d'uso: Seconda (Punto 2.4.2 del D.M. 14/01/2008)
- Categoria di suolo (Punto 3.2.2 del D.M. 14/01/2008);
- Vita nominale ≥ 50 anni (Punto 2.4.1 del D.M. 14/01/2008).

Nelle verifiche in oggetto allo stato limite ultimo, i coefficienti di accelerazione sismica k_h e k_v sono rispettivamente pari a:

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

$$k_v = \pm 0,5 k_h$$

dove:

a_{\max} = accelerazione massima attesa al sito in considerazione

g = accelerazione di gravità

β_s = coefficiente riduttivo dell'accelerazione massima attesa al sito desunto dalla tabella 7.11.II della normativa vigente; nel caso in esame pari a 0,20.

L'accelerazione massima è stata valutata come:

$$a_{\max} = a_g S_S S_T$$

in cui:

a_g = accelerazione massima attesa al sito di riferimento sul substrato rigido

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente di amplificazione topografica

In riferimento alla Planimetria Sismica e a quanto riportato nella Relazione Sismica sono stati individuati per le verifiche i relativi valori dei coefficienti di accelerazione sismica k_h e k_v , i quali sono riportati in Tabella 10:

N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Longitudine	Latitudine	Categoria di Suolo	k_h	k_v
1	SEZ-21	25+575	8°14'25.93"E	45°33'5.86"N	B	0,0093	0,0046
2	SEZ-150	28+450	8°16'12.19"E	45°34'13.67"N	C	0,0116	0,0058
3	SEZ-199	29+600	8°16'26.72"E	45°34'31.06"N	B	0,0093	0,0021
4	SEZ-319	32+275	8°17'53.69"E	45°35'17.23"N	S2	0,00428	0,0021
5	SEZ-516	36+975	8°20'44.19"E	45°35'34.90"N	C	0,0116	0,0058
6	SEZ-605	38+850	8°22'59.31"E	45°35'30.23"N	B	0,0093	0,0046

Tabella 10: classificazione sismica delle sezioni analizzate

In particolare, come riportato nella Relazione Sismica, si evidenzia che per tutti i modelli di calcolo la classificazione fa riferimento all'approccio semplificato previsto nelle NTC2008, eccetto per il modello

N° 4 (Sez-319, dist. prog. 32+275 Km) che ricade in zona S2 per cui è stata eseguita specifica analisi di risposta sismica locale.

7.3 Carichi

In particolare, per tener conto della passaggio dei mezzi, si considera un sovraccarico accidentale uniforme pari a 20 kPa.

Nonostante per strutture "sensibili" quali i ponti, la normativa indica al §3.2.4 un valore di ψ_{2i} pari a 0.2 per i carichi dovuti al transito dei mezzi, anche in condizioni sismiche il carico stradale è considerato prodotto per un coefficiente unitario.

7.4 Sintesi dei risultati

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte in ottemperanza al D.M. 14/01/2008 ("NTC2008") con verifica agli stati limite ultimi SLU (sicurezza nei confronti della rottura) sia in condizioni statiche che sismiche.

Le analisi condotte sono rappresentate graficamente nelle figure seguenti disposte come indicato in Tabella 11:

N°	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	Intervento	Figura di riferimento
1	SEZ-21	25+575	Trincea	Fig.1-Fig.2-Fig.3
2	SEZ-150	28+450	Rilevato	Fig.4-Fig.5-Fig.6
3	SEZ-199	29+600	Rilevato	Fig.7-Fig.8-Fig.9
4	SEZ-319	32+275	Rilevato	Fig.10-Fig.11-Fig.12
5	SEZ-516	36+975	Rilevato	Fig.13-Fig.14-Fig.15
6	SEZ-605	38+850	Rilevato	Fig.16-Fig.17-Fig.18

Tabella 11: Sintesi delle figure riferite a ciascuna sezione

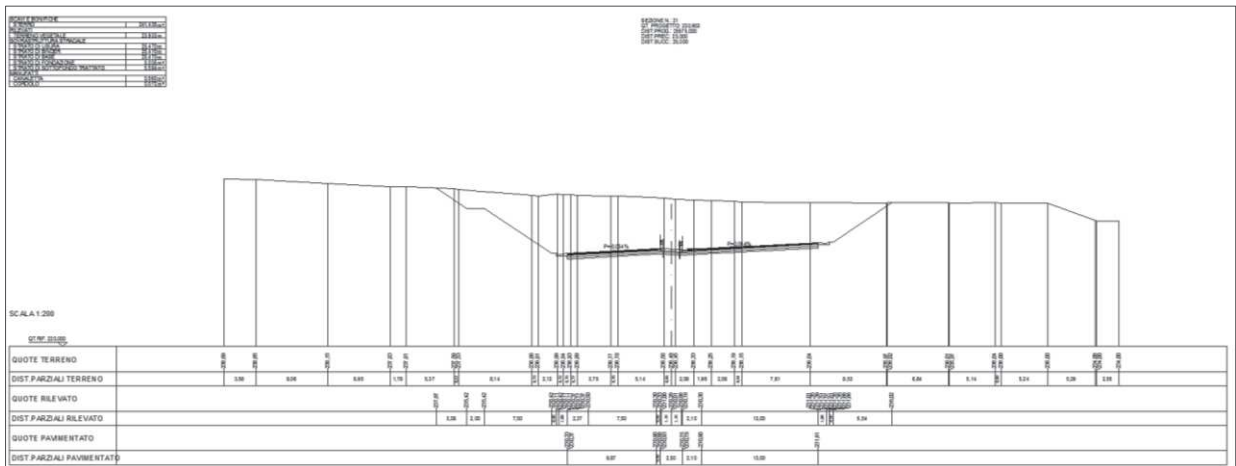


Figura 1: sezione topografica sez-21 pk 25+575

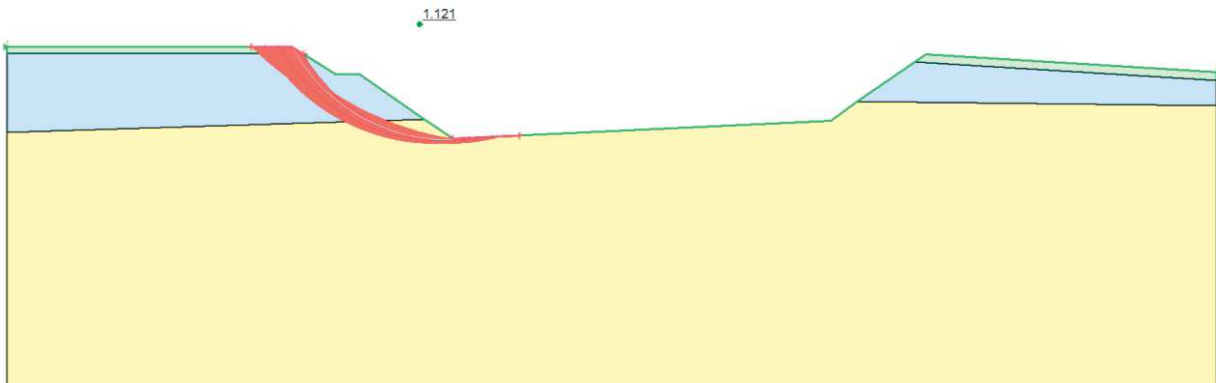


Figura 2: Verifica stabilità globale statica sez-21 pk 25+575 - $FS_{min}=1.121$

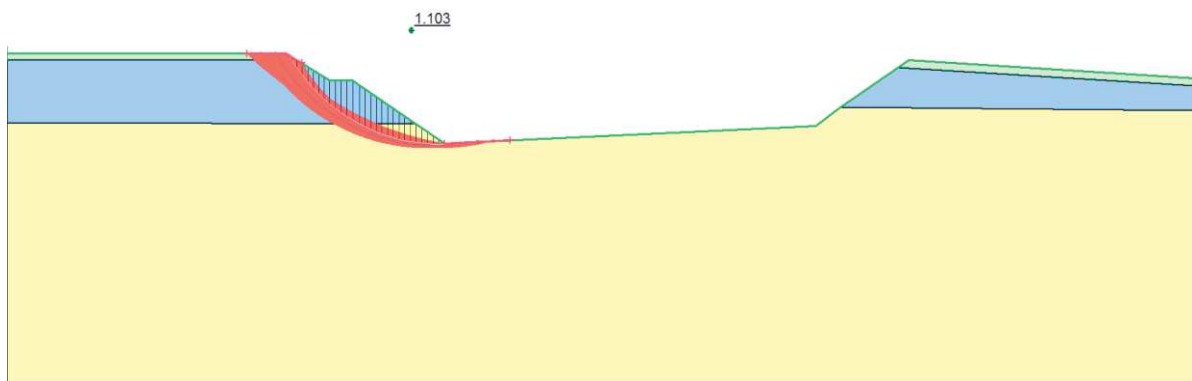


Figura 3: Verifica stabilità globale sismica sez-21 pk 25+575 - $FS_{min}=1.103$

QUOTA SUPERFICIE	118.57
BOCCA	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57
INIZIO	118.57
FINISCE	118.57

SEZIONE N. 102
DT. PROGETTO 28.03.09
DAT. PREL. 28.03.09
DIST. SECC. 31.000

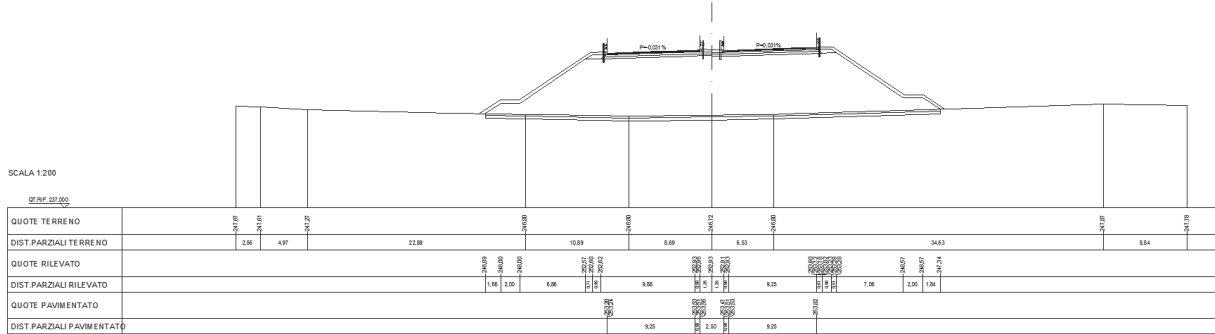


Figura 4: sezione topografica sez-150 pk 28+450

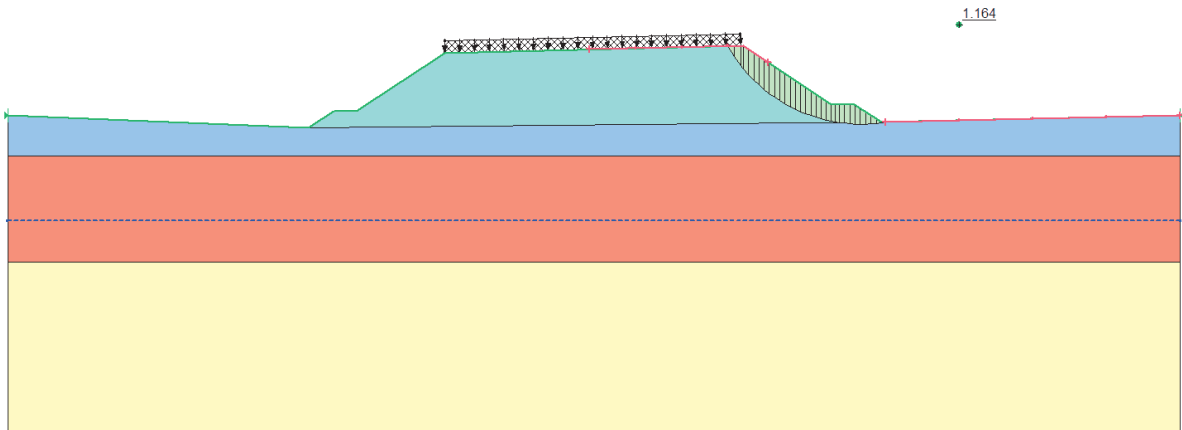


Figura 5: Verifica stabilità globale statica sez-150 pk 28+450 - $FS_{min}=1.164$

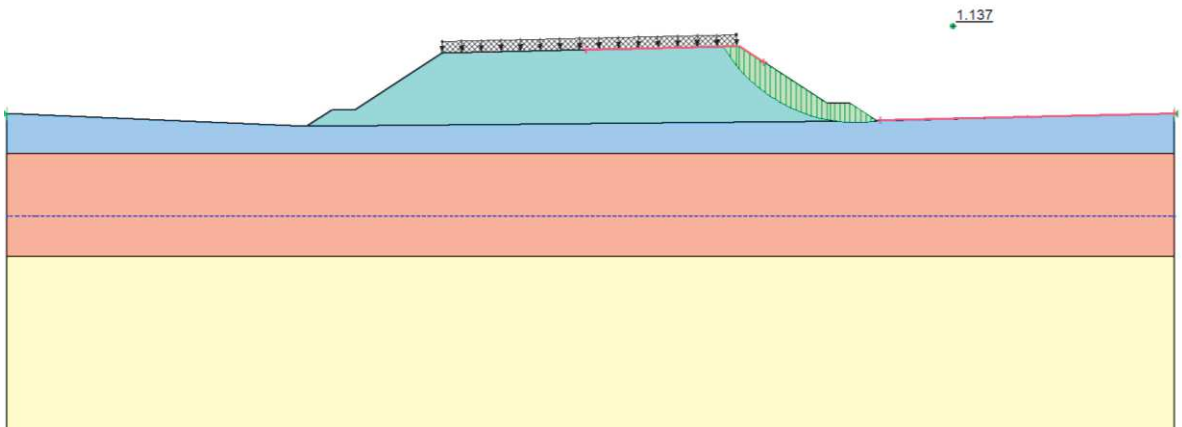


Figura 6: Verifica stabilità globale sismica sez-150 pk 28+450 - $FS_{min}=1.137$

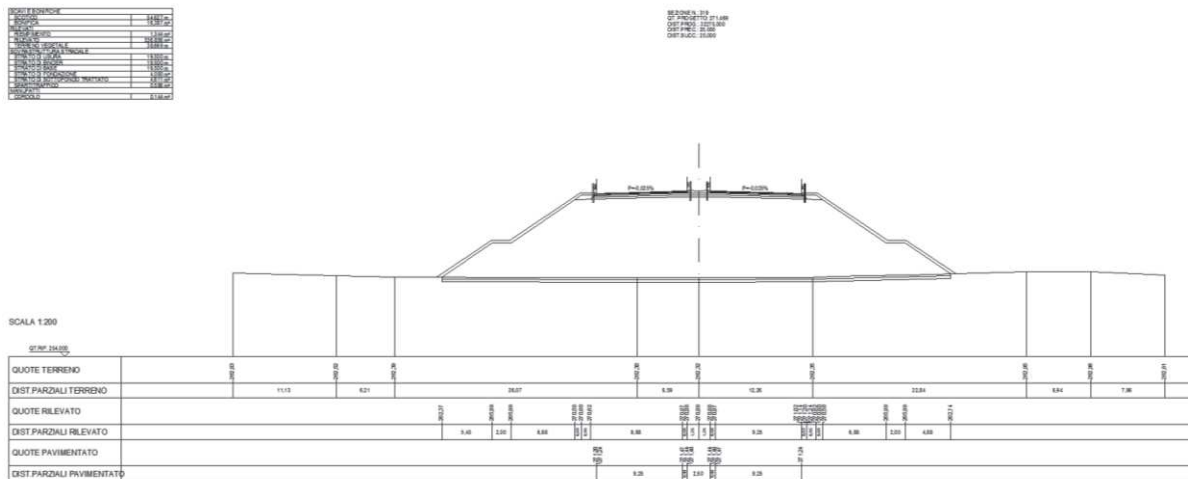


Figura 10: Sezione topografica sez-319 pk 32+275

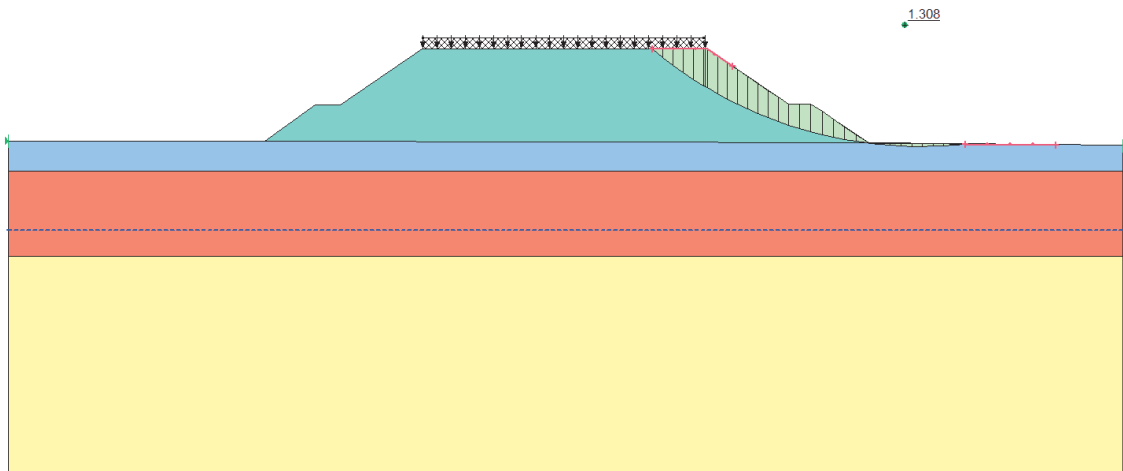


Figura 11 Verifica stabilità globale statica sez-319 pk 32+275 - $FS_{min}=1.309$

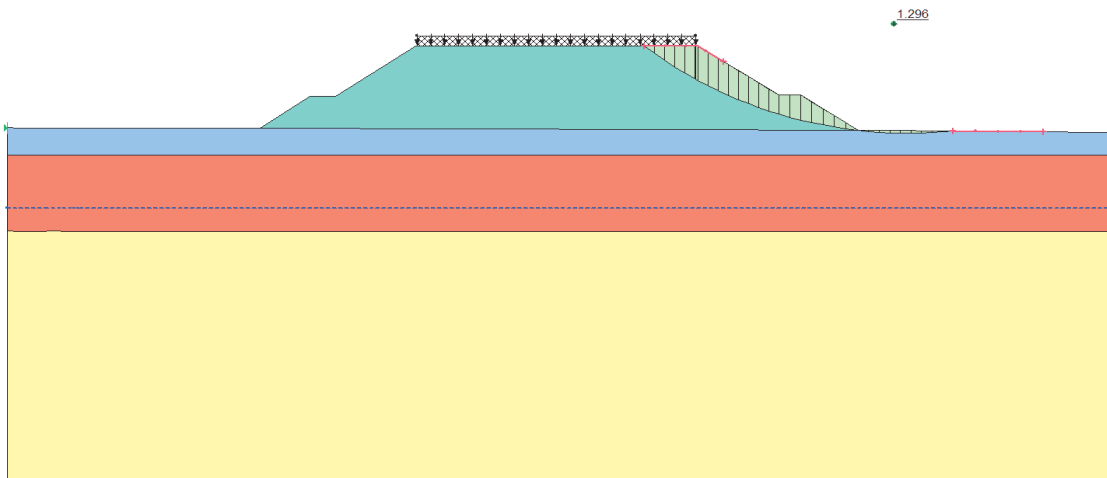


Figura 12: Verifica stabilità globale sismica sez-319 pk 32+275 - $FS_{min}=1.293$

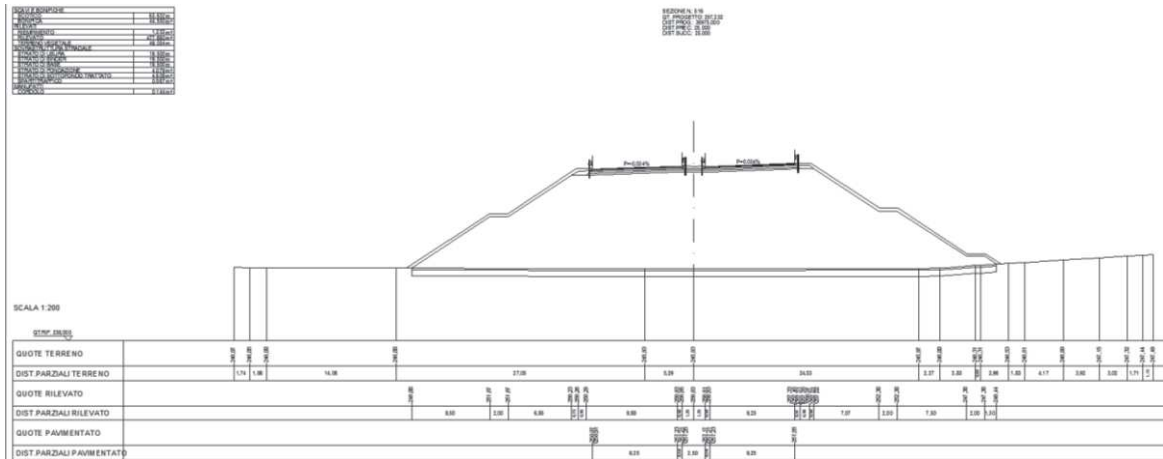


Figura 13: sezione topografica sez-516 pk 36+975

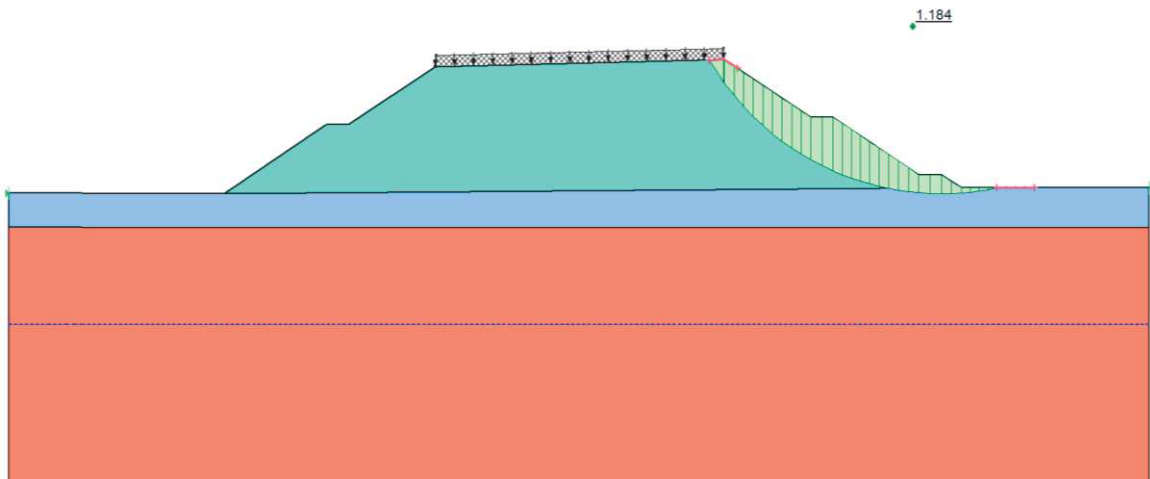


Figura 14 : Verifica stabilità globale statica sez-516 pk 36+975 - $FS_{min}=1.184$

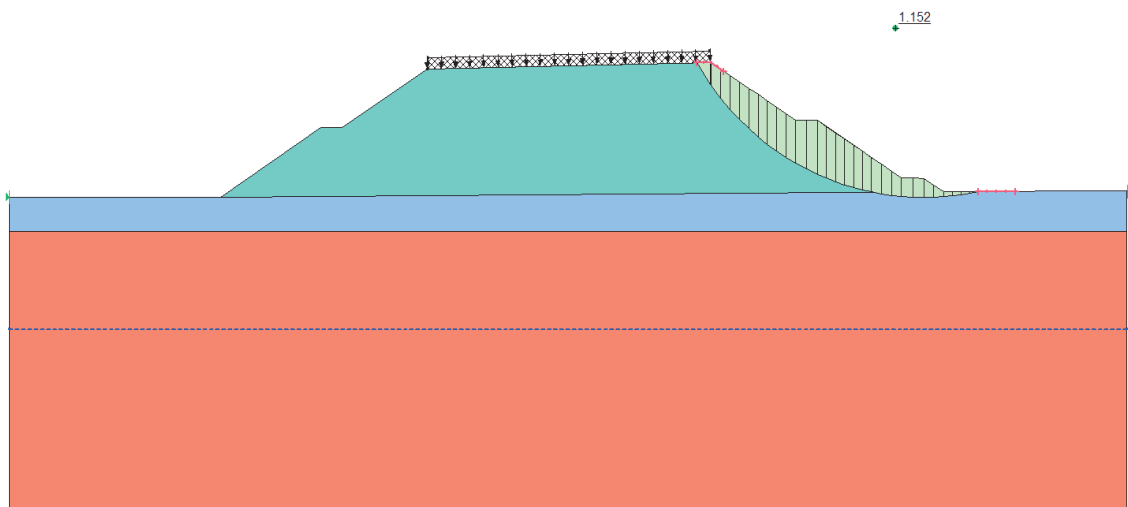


Figura 15: Verifica stabilità globale sismica sez-516 pk 36+975 - $FS_{min}=1.152$

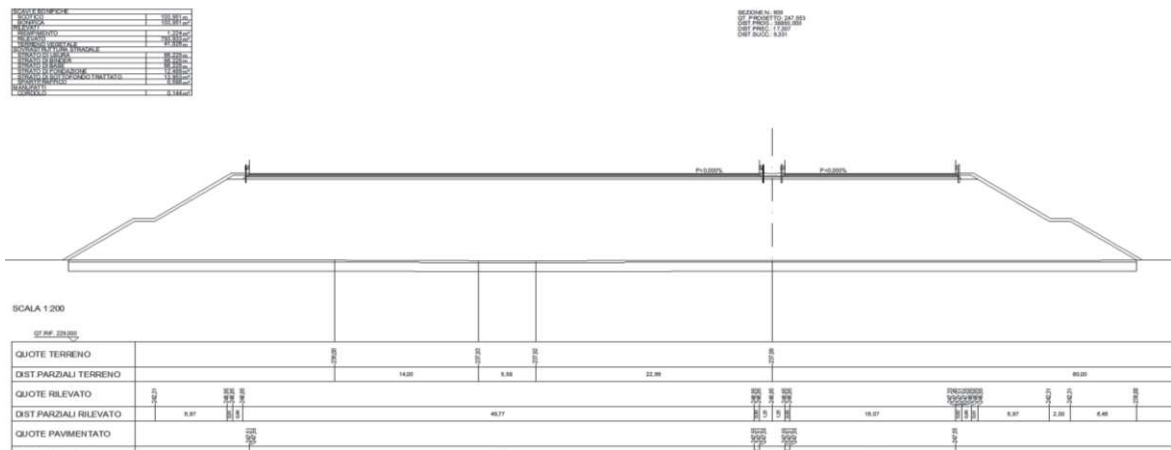


Figura 16.: sezione topografica sez-605 pk 38+850

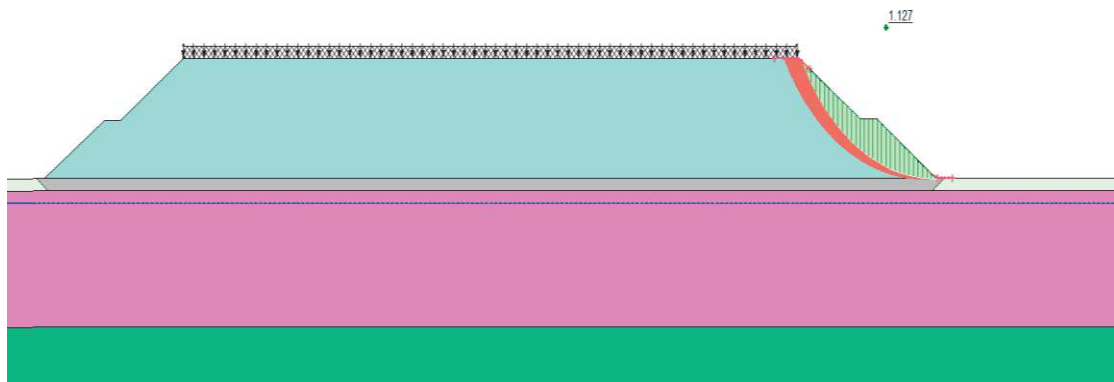


Figura 17: Verifica stabilità globale statica sez-605 pk 38+850 - $FS_{min}=1.127$

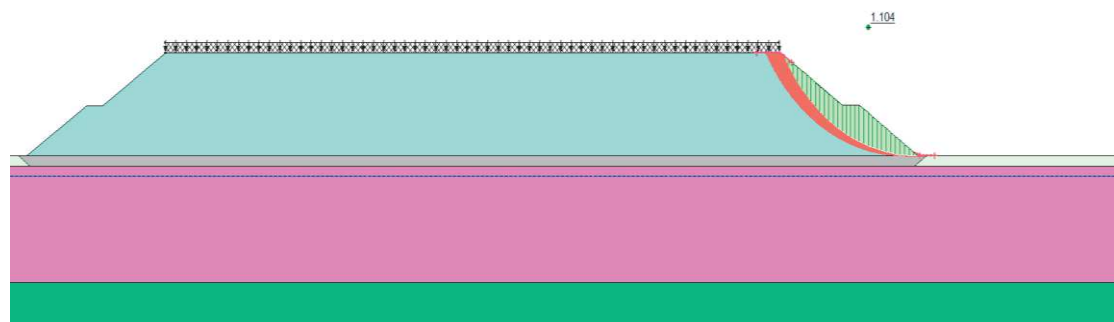


Figura 18: Verifica stabilità globale statica sez-605 pk 38+850 - $FS_{min}=1.104$

Si riportano in Tabella 12 il valore del Coefficiente di Sicurezza FS ottenuto dalle verifiche condotte in corrispondenza delle sezioni topografiche, ritenute più svantaggiose:

			Statica	Sisma
ID	Sezione stradale	Distanza progressiva [km]	A2+M2+R2	A2+M2_Sisma
N°			FS_min	FS_min

1	SEZ-21	25+575	1,120	1,103
2	SEZ-150	28+450	1,164	1,137
3	SEZ-199	29+600	1,140	1,120
4	SEZ-319	32+275	1,308	1,296
5	SEZ-516	36+975	1,184	1,152
6	SEZ-605	38+850	1,127	1,104

Tabella 12: tabella di sintesi dei fattori di sicurezza

La analisi condotte si concludono sempre con esisto positivo $FS > 1,1$.

8. STIMA DEI CEDIMENTI DEL RILEVATO

Per verificare la funzionalità del rilevato stradale previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione dell'opera è necessario analizzarne i cedimenti valutandone il comportamento sotto i carichi di esercizio.

Le analisi dei cedimenti sono state condotte per le altezze massime del rilevato i prossimità dei viadotti e ponti previsti, denominati "VI", ed in corrispondenza della fine del lotto, in cui il rilevato ha larghezza in pianta maggiore.

8.1 Metodi di analisi

La valutazione dei cedimenti può essere effettuata attraverso la teoria dell'elasticità.

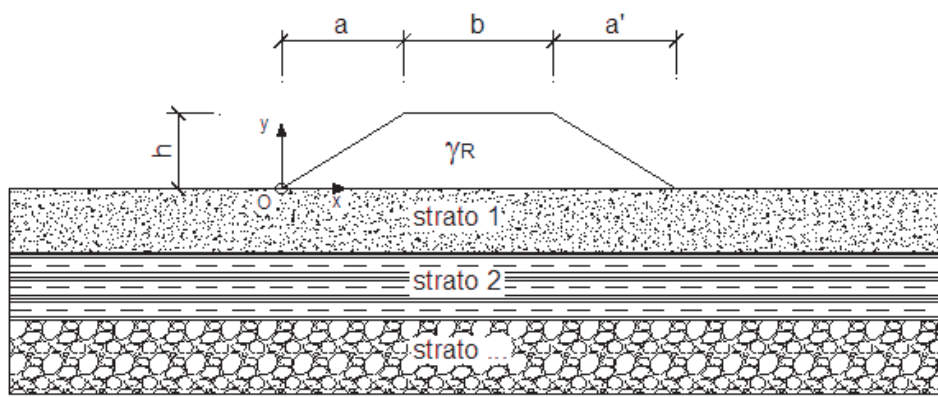


Figura 19: Discretizzazione corpo di carico

Terreni granulari

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

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

s_i = 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

Il comportamento dei terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) risulta macroscopicamente diverso da quello dei terreni a grana fine (argille e limi) in virtù della marcata differenza esistenti tra i valori del coefficiente di permeabilità. Avendo infatti elevata permeabilità essi si comportano come un sistema aperti con libero flusso dell'acqua e l'eventuale sovrappressione dell'acqua interstiziale, generata dalle sovratensioni indotte dai

carichi, si dissipa in tempi estremamente brevi. Ne consegue che si può trascurare il moto di filtrazione transitorio e fare riferimento direttamente alle condizioni di equilibri finale. Il decorso del cedimento nel tempo può essere pertanto considerato rapido, praticamente contemporaneo alla costruzione dell'opera.

Terreni coesivi

L'applicazione del carico su un deposito costituito da terreni coesivi comporta un percorso deformativo nel terreno che tradizionalmente viene illustrato come nella figura seguente

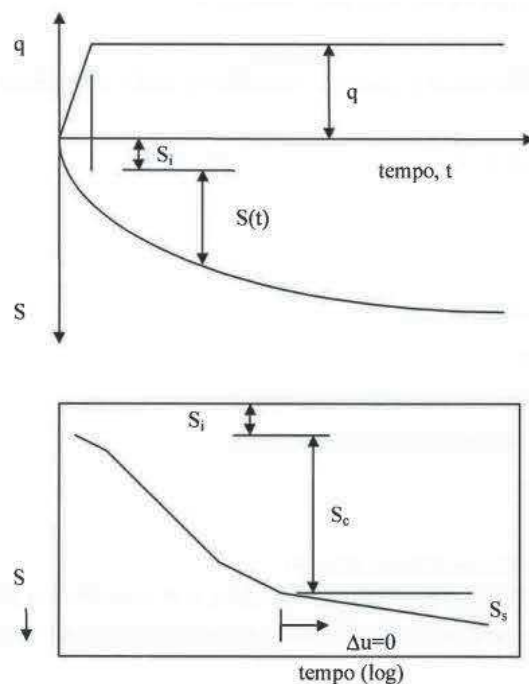


Figura 20: Cedimenti totali, immediati e di consolidazione

Data la bassa permeabilità del terreno la fase di carico avviene in condizioni non drenate con generazione di sovrappressioni interstiziali; i materiali coesivi si deformano a volume costante ed il cedimento che ne consegue è noto come cedimento immediato.

Il trasferimento del carico dall'acqua allo scheletro solido comporta ulteriori cedimenti, la cui velocità nel tempo è legata principalmente alle caratteristiche di permeabilità ed alle condizioni di drenaggio. Il processo è noto come consolidazione primaria ed il cedimento conseguente è indicato come cedimento di consolidazione primaria.

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 plastica viscosa che avvengono in condizioni drenate; il cedimento conseguente è noto come cedimento secondario.

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

Le sovrappressioni indotte dal corpo di carico possono essere determinate dalla teoria di Boussinesq

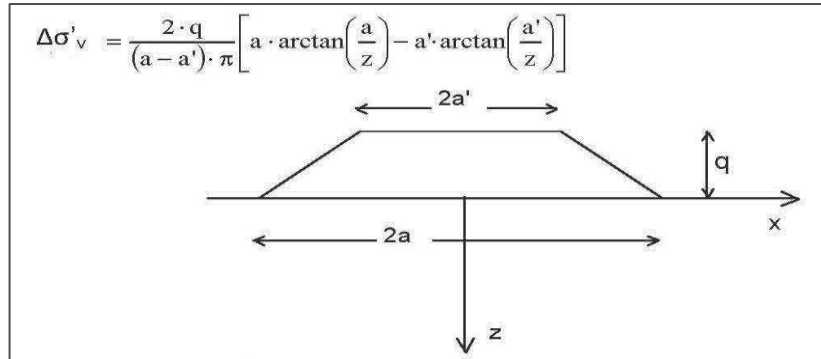
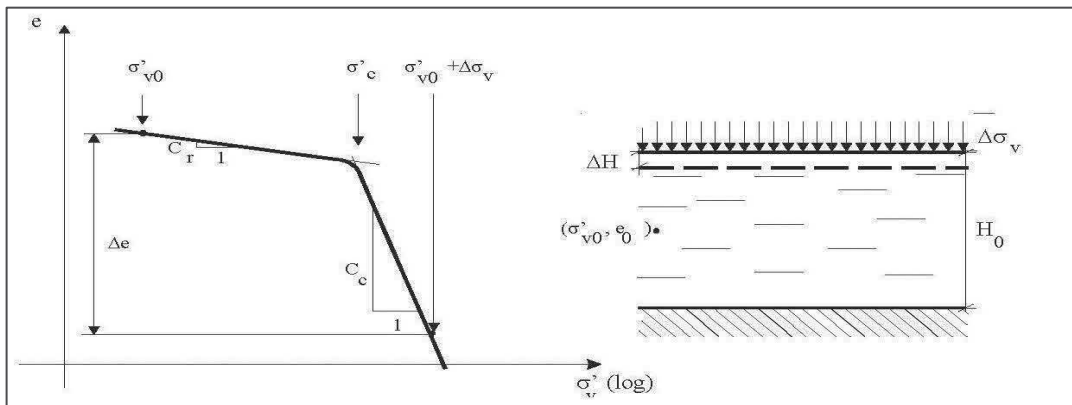


Figura 21: Calcolo sovrappressioni indotte

Note le sovrappressioni indotte i cedimenti di consolidazione primaria vengono calcolati mediante la teoria della consolidazione di Terzaghi (1942):



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} \right) + C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c} \right) \right]$$

Figura 22: Teoria della consolidazione edometrica

I coefficienti di compressibilità degli strati sono stati determinati dalle prove edometriche condotte in laboratorio sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi.

Con riferimento alla teoria di Terzaghi (1942) l'equazione differenziale che regola il 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;

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

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

dove

u_0 = sovrappressione iniziale;

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

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

s_c = cedimento al termine del processo.

Una funzione che approssima l'equazione differenziale è stata proposta da Sivaram e Swamee (1977) ed è:

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

dove

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

t = istante di tempo generico

L_v = massimo percorso di drenaggio.

Il coefficiente di consolidazione verticale è stato determinato mediante il metodo di Taylor, facendo riferimento al diagramma \sqrt{t} -altezza del provino (Teoria della consolidazione edometrica), in cui si nota che i punti sperimentali nel tratto iniziale della curva si allineano approssimativamente lungo una retta (essendo, come già osservato, il tempo proporzionale al quadrato del cedimento per valori di $U_m < 60\%$).

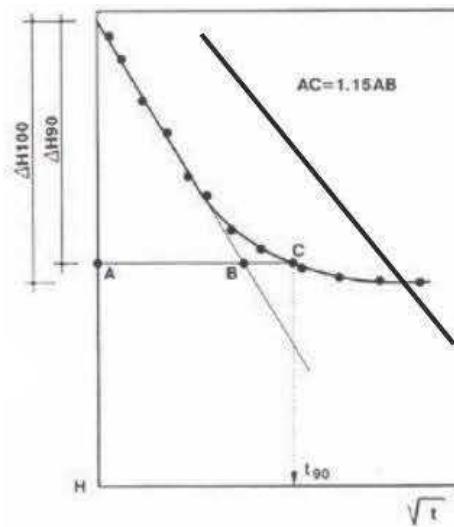


Figura 23: Teoria della consolidazione edometrica

L'autore della procedura ha inoltre evidenziato che l'ascissa, t_{90} , corrispondente al 90% del cedimento di consolidazione primaria, $2H_{90}$, è pari a 1.15 volte il valore dell'ascissa corrispondente alla stessa ordinata sulla retta interpolante i dati sperimentali. Quindi, una volta diagrammati gli spostamenti in funzione di \sqrt{t} e tracciata la retta interpolante i punti iniziali (corrispondenti a $U_m < 60\%$), si disegna la retta con ascisse incrementate del 15% rispetto a quella interpolante; dall'intersezione di quest'ultima con la curva sperimentale, punto C, si ricava $\sqrt{t_{90}}$, ossia la radice del tempo corrispondente al 90% della consolidazione primaria e, proiettato sull'asse delle ordinate, l'altezza $2H_{90}$ corrispondente. In questo caso, l'altezza di inizio consolidazione $2H_i$ è determinata prolungando la retta interpolante fino ad incontrare l'asse delle ordinate, punto O, e l'altezza corrispondente alla fine del processo di consolidazione è data da:

$$2H_f = 2H_i + \frac{10}{9} \cdot (2H_{90} - 2H_i)$$

L'altezza media di drenaggio, H_{50} , è determinata anche in questo caso a partire dall'altezza corrispondente alla metà del processo di consolidazione:

$$2H_{50} = (2H_i + 2H_f)/2$$

ottenendo

$$c_v = \frac{H_{50}^2 \cdot 0.848}{t_{90}}$$

8.2 Rilevato VI01

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	6,80	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	11,70	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	11,60	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	4	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	8,00	(m)

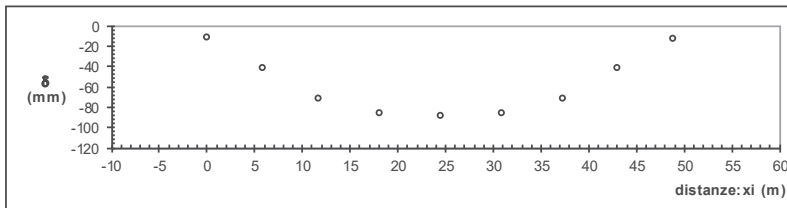
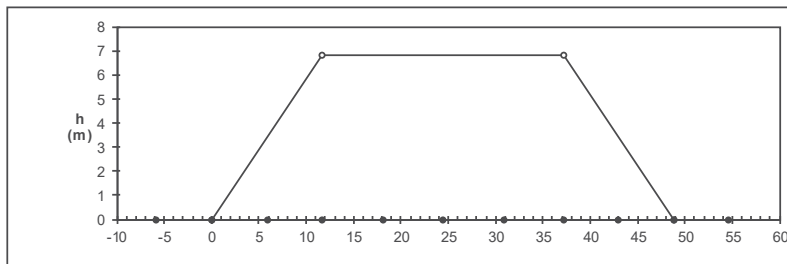
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	3,50	3,50	1,0	20,0	0,30	26,0	20,00	Ug1
2	3,50	12,50	9,00	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
3	12,50	28,00	15,50	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
4	28,00	40,00	12,00	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
-	-	60,00	-	1,0	50,0	0,25	35,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-5,85	0,00	5,85	11,70	18,08	24,45	30,83	37,20	43,00	48,80	54,60

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-5,85	0,00	5,85	11,70	18,08	24,45	30,83	37,20	43,00	48,80	54,60

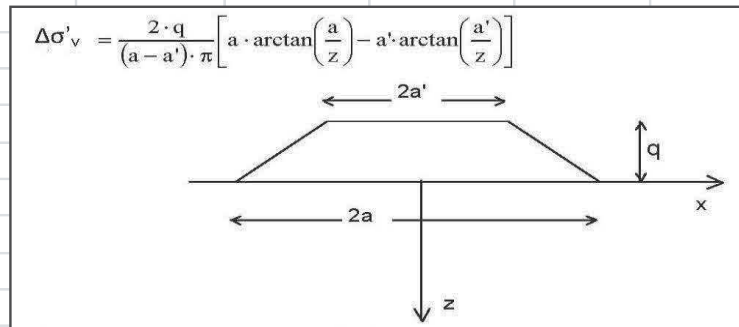
CEDIMENTI

s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0,06	-1,17	-4,05	-7,16	-8,52	-8,82	-8,52	-7,15	-4,05	-1,18	0,05

Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

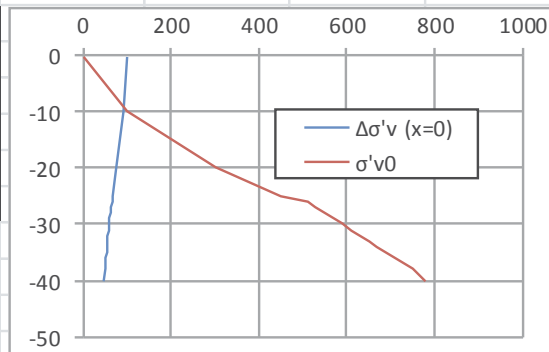
Teoria di Boussinesq



pression du trapèze sur une bande indéfinie

Données géométriques du remblai

	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	5,6	[m]
2a	42	[m]

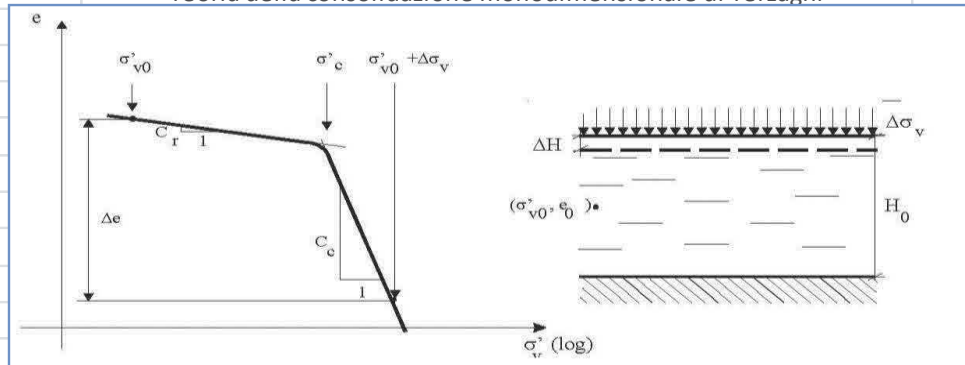


Y [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	100,8	100,8

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	Y terreno	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	100,85	100,85	20	0,1	1	10085%
10	94,21	94,21	20	9,9	101	93%
20	76,03	76,03	20	10	300	25%
25	67,38	67,38	20	5	450	15%
26	65,80	65,80	20	1	510	13%
27	64,26	64,26	20	1	530	12%
28	62,77	62,77	20	1	550	11%
29	61,33	61,33	20	1	570	11%
30	59,93	59,93	20	1	590	10%
31	58,59	58,59	20	1	610	10%
32	57,29	57,29	20	1	630	9%
33	56,04	56,04	20	1	650	9%
34	54,83	54,83	20	1	670	8%
35	53,66	53,66	20	1	690	8%
36	52,53	52,53	20	1	710	7%
37	51,44	51,44	20	1	730	7%
38	50,39	50,39	20	1	750	7%
40	48,39	48,39	20	2	780	6%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c}\right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	122,46	1	0,1468	0	0,64	0,019	0,019
0,2	20	0,1	122,46	3	0,1468	0	0,64	0,015	0,033
0,3	20	0,1	122,46	5	0,1468	0	0,64	0,013	0,046
0,5	20	0,2	122,46	8	0,1468	0	0,64	0,022	0,068
0,8	20	0,3	122,46	13	0,1468	0	0,64	0,027	0,095
1	20	0,2	122,45	18	0,1468	0	0,64	0,016	0,111
1,5	20	0,5	122,43	25	0,1468	0	0,64	0,034	0,145
2	20	0,5	122,38	35	0,1468	0	0,64	0,029	0,175
3	20	1	122,20	50	0,1468	0	0,64	0,048	0,223
3,5	20	0,5	122,05	65	0,1468	0	0,64		
5	20	1,5	121,32	85		0	0,64		
10	20	5	115,53	150		0	0,64		
15	20	5	106,03	250		0	0,64		
20	20	5	95,46	350		0	0,64		
25	20	5	85,45	450		0	0,64		
30	20	5	76,59	550		0	0,64		
35									
40									0,223

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4T_v/\pi)^{0,5} / ((1 + (4T_v/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6})^{0,357})$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

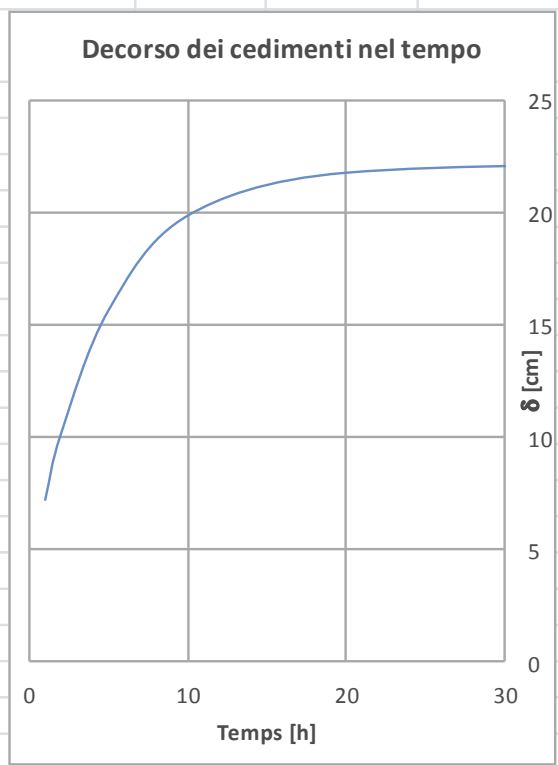
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	22,262	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	3,50	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	1,159E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

t =	20	Tv =	1,63E+00	Um =	97,8	$\delta_t =$	21,77
(gg)				(%)		(cm)	
$\delta_t =$	22,262	Um =	99,9	Tv =	4,9942964	t =	61,10
(cm)		(%)				(gg)	
Um =	90	Tv =	0,848931267	t =	10,39	$\delta_t =$	20,04
(%)				(gg)		(cm)	

t [gg]	Tv	Um	δ [cm]
1	8,17,E-02	32,26%	7,182
2	1,63,E-01	45,54%	10,137
5	4,09,E-01	70,26%	15,641
10	8,17,E-01	89,20%	19,858
20	1,63,E+00	97,78%	21,767
50	4,09,E+00	99,63%	22,179
100	8,17,E+00	99,69%	22,194
150	1,23,E+01	99,66%	22,187
200	1,63,E+01	99,63%	22,180
300	2,45,E+01	99,59%	22,170
400	3,27,E+01	99,55%	22,162
500	4,09,E+01	99,53%	22,157
1000	8,17,E+01	99,44%	22,138
2000	1,63,E+02	99,36%	22,120
3000	2,45,E+02	99,31%	22,109
5000	4,09,E+02	99,25%	22,096
10000	8,17,E+02	99,17%	22,077
20000	1,63,E+03	99,09%	22,059
50000	4,09,E+03	98,98%	22,035



8.3 Rilevato VI02

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	6,30	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	11,50	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	12,90	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	3	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	10,00	(m)

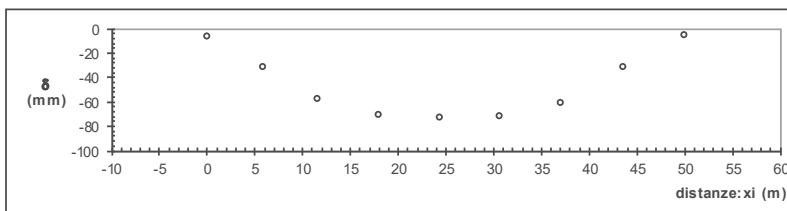
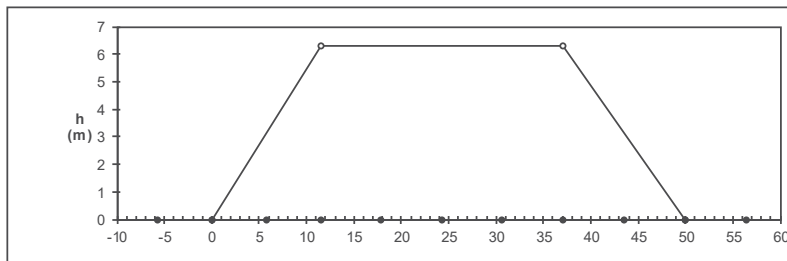
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	4,00	4,00	1,0	20,0	0,30	26,0	20,00	Ug1
2	4,00	12,00	8,00	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
3	12,00	40,00	28,00	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
-	-	40,00	-	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	
-	-	60,00	-	1,0	50,0	0,25	35,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-5,75	0,00	5,75	11,50	17,88	24,25	30,63	37,00	43,45	49,90	56,35

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-5,75	0,00	5,75	11,50	17,88	24,25	30,63	37,00	43,45	49,90	56,35

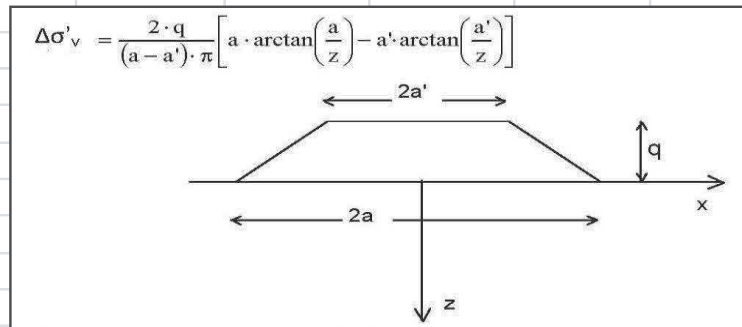
CEDIMENTI

δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_6	δ_7	δ_8	δ_9	δ_{10}	δ_{11}
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0,19	-0,60	-3,14	-5,71	-7,04	-7,28	-7,08	-6,00	-3,14	-0,52	0,17

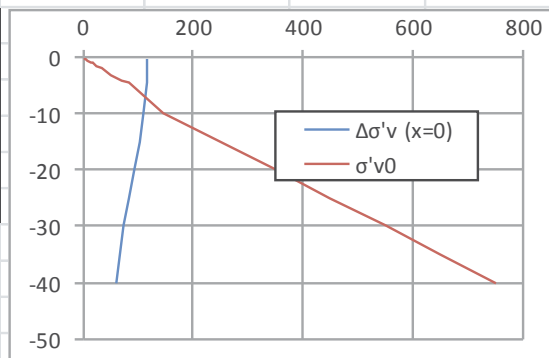
Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

Teoria di Boussinesq



	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	6,5	[m]
2a	50	[m]

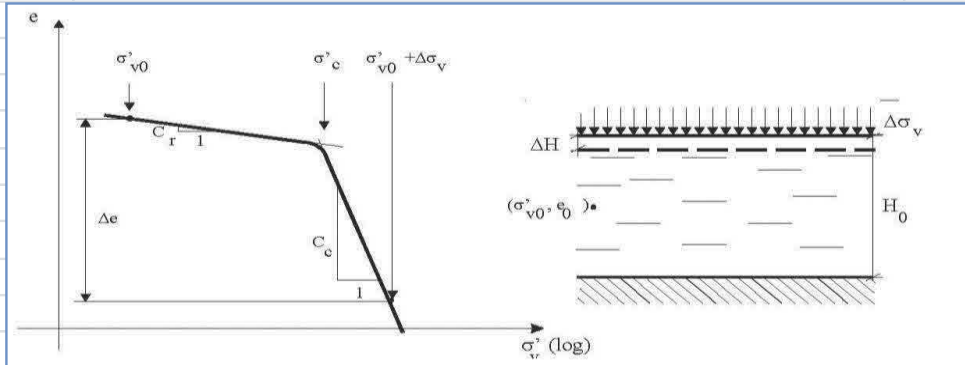


Y [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	117	117

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	Y terreno	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	117,06	117,06	20	0,1	1	11706%
0,2	117,06	117,06	20	0,1	3	3902%
0,3	117,06	117,06	20	0,1	5	2341%
0,5	117,06	117,06	20	0,2	8	1463%
0,8	117,05	117,05	20	0,3	13	900%
1	117,05	117,05	20	0,2	18	650%
1,5	117,03	117,03	20	0,5	25	468%
2	116,99	116,99	20	0,5	35	334%
3	116,82	116,82	20	1	50	234%
4	116,51	116,51	20	1	70	166%
4,5	116,29	116,29	20	0,5	85	137%
10	110,78	110,78	20	5,5	145	76%
15	102,06	102,06	20	5	250	41%
20	92,26	92,26	20	5	350	26%
25	82,87	82,87	20	5	450	18%
30	74,49	74,49	20	5	550	14%
35	67,23	67,23	20	5	650	10%
40	61,02	61,02	20	5	750	8%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c}\right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	117,06	1	0,1468	0	0,62	0,019	0,019
0,2	20	0,1	117,06	3	0,1468	0	0,62	0,015	0,033
0,3	20	0,1	117,06	5	0,1468	0	0,62	0,013	0,046
0,5	20	0,2	117,06	8	0,1468	0	0,62	0,022	0,068
0,8	20	0,3	117,05	13	0,1468	0	0,62	0,027	0,095
1	20	0,2	117,05	18	0,1468	0	0,62	0,016	0,111
1,5	20	0,5	117,03	25	0,1468	0	0,62	0,034	0,145
2	20	0,5	116,99	35	0,1468	0	0,62	0,029	0,174
3	20	1	116,82	50	0,1468	0	0,62	0,047	0,221
4	20	1	116,51	70	0,1468	0	0,62	0,039	0,260
4,5	20	0,5	116,29	85					
10	20	5,5	110,78	145					
15	20	5	102,06	250					
20	20	5	92,26	350					
25	20	5	82,87	450					
30	20	5	74,49	550					
35									
40									0,260

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6}))^{0,357}$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

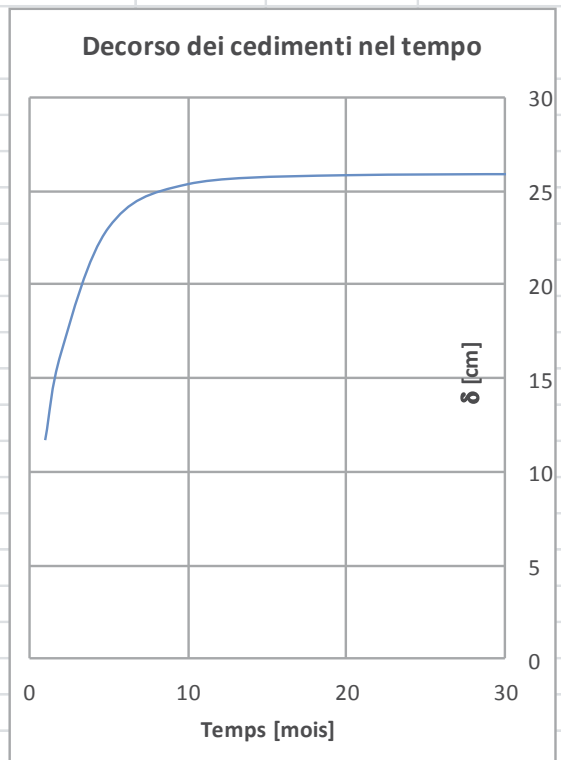
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	25,962	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	4,00	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	2,958E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

$t =$ (gg)	365	$T_v =$	5,83E+01	$U_m =$ (%)	99,5	$\delta_t =$ (cm)	25,83
$\delta_t =$ (cm)	25,962	$U_m =$ (%)	99,9	$T_v =$	4,9942964	$t =$ (gg)	31,26
$U_m =$ (%)	90	$T_v =$	0,848931267	$t =$ (gg)	5,31	$\delta_t =$ (cm)	23,37

t [gg]	T_v	U_m	δ [cm]
1	1,60,E-01	45,02%	11,688
2	3,20,E-01	62,92%	16,335
5	7,99,E-01	88,71%	23,031
10	1,60,E+00	97,65%	25,352
20	3,20,E+00	99,48%	25,829
50	7,99,E+00	99,70%	25,883
100	1,60,E+01	99,64%	25,868
150	2,40,E+01	99,59%	25,856
200	3,20,E+01	99,56%	25,847
300	4,79,E+01	99,51%	25,835
400	6,39,E+01	99,47%	25,826
500	7,99,E+01	99,45%	25,819
1000	1,60,E+02	99,36%	25,797
2000	3,20,E+02	99,28%	25,776
3000	4,79,E+02	99,23%	25,763
5000	7,99,E+02	99,17%	25,748
10000	1,60,E+03	99,09%	25,726
20000	3,20,E+03	99,01%	25,705
50000	7,99,E+03	98,90%	25,677



8.4 Rilevato VI03

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	6,00	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	8,30	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	11,30	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	3	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	0,00	(m)

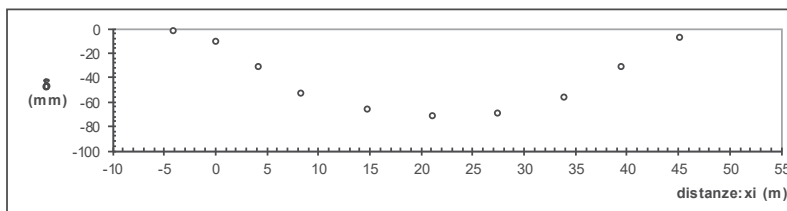
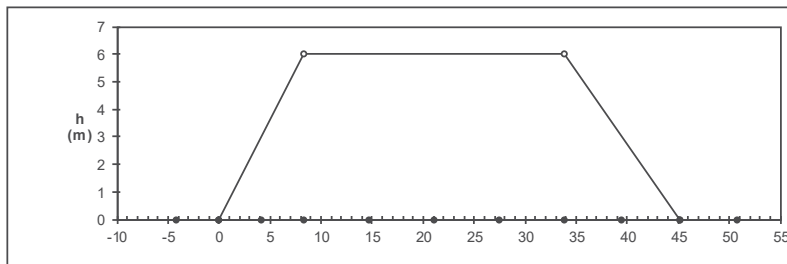
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	4,50	4,50	1,0	20,0	0,30	26,0	20,00	Ug1
2	4,50	12,00	7,50	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
3	12,00	40,00	28,00	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
-	-	40,00	-	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	
-	-	60,00	-	1,0	50,0	0,25	35,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-4,15	0,00	4,15	8,30	14,68	21,05	27,43	33,80	39,45	45,10	50,75

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-4,15	0,00	4,15	8,30	14,68	21,05	27,43	33,80	39,45	45,10	50,75

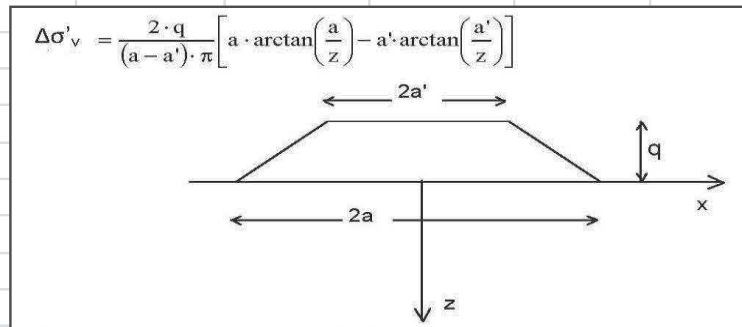
CEDIMENTI

s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
-0,14	-1,08	-3,13	-5,31	-6,60	-7,09	-6,88	-5,60	-3,13	-0,75	0,12

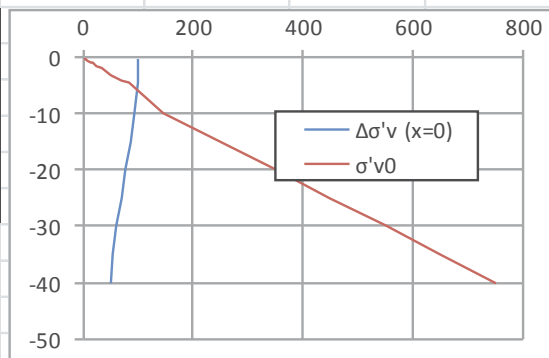
Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

Teoria di Boussinesq



	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	5,6	[m]
2a	45	[m]

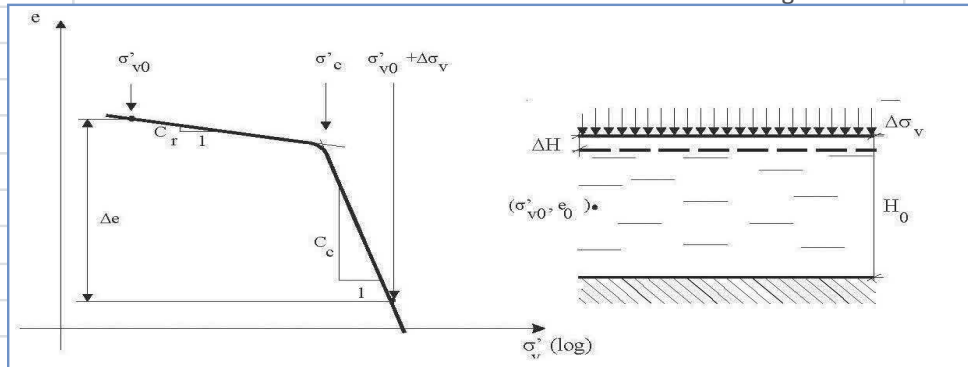


Y [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	100,8	100,8

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	Y terreno	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	100,85	100,85	20	0,1	1	10085%
0,2	100,85	100,85	20	0,1	3	3362%
0,3	100,85	100,85	20	0,1	5	2017%
0,5	100,85	100,85	20	0,2	8	1261%
0,8	100,85	100,85	20	0,3	13	776%
1	100,84	100,84	20	0,2	18	560%
1,5	100,82	100,82	20	0,5	25	403%
2	100,78	100,78	20	0,5	35	288%
3	100,61	100,61	20	1	50	201%
4	100,31	100,31	20	1	70	143%
4,5	100,09	100,09	20	0,5	85	118%
10	94,73	94,73	20	5,5	145	65%
15	86,46	86,46	20	5	250	35%
20	77,42	77,42	20	5	350	22%
25	68,98	68,98	20	5	450	15%
30	61,60	61,60	20	5	550	11%
35	55,32	55,32	20	5	650	9%
40	50,01	50,01	20	5	750	7%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c}\right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	100,85	1	0,1468	0	0,62	0,018	0,018
0,2	20	0,1	100,85	3	0,1468	0	0,62	0,014	0,032
0,3	20	0,1	100,85	5	0,1468	0	0,62	0,012	0,044
0,5	20	0,2	100,85	8	0,1468	0	0,62	0,021	0,065
0,8	20	0,3	100,85	13	0,1468	0	0,62	0,026	0,090
1	20	0,2	100,84	18	0,1468	0	0,62	0,015	0,105
1,5	20	0,5	100,82	25	0,1468	0	0,62	0,032	0,137
2	20	0,5	100,78	35	0,1468	0	0,62	0,027	0,164
3	20	1	100,61	50	0,1468	0	0,62	0,043	0,207
4	20	1	100,31	70	0,1468	0	0,62	0,035	0,242
4,5	20	0,5	100,09	85	0,1468	0	0,62	0,015	0,257
10	20	5,5	94,73	145					
15	20	5	86,46	250					
20	20	5	77,42	350					
25	20	5	68,98	450					
30	20	5	61,60	550					
35									
40									0,257

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6}))^{0,357}$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

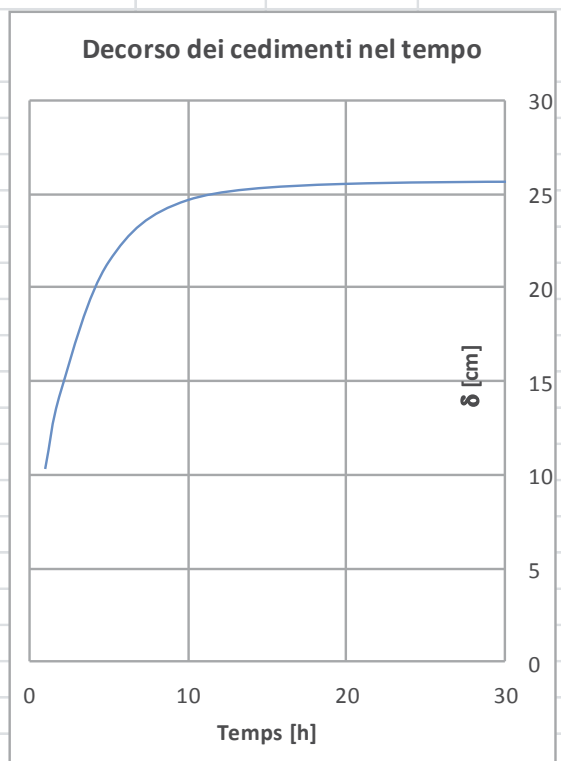
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	25,735	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	4,50	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	2,958E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

$t =$ (gg)	365	$T_v =$	4,61E+01	$U_m =$ (%)	99,5	$\delta_t =$ (cm)	25,61
$\delta_t =$ (cm)	25,735	$U_m =$ (%)	99,9	$T_v =$	4,9942964	$t =$ (gg)	39,57
$U_m =$ (%)	90	$T_v =$	0,848931267	$t =$ (gg)	6,73	$\delta_t =$ (cm)	23,16

t [gg]	T_v	U_m	δ [cm]
1	1,26,E-01	40,06%	10,309
2	2,52,E-01	56,30%	14,488
5	6,31,E-01	82,97%	21,352
10	1,26,E+00	95,83%	24,663
20	2,52,E+00	99,20%	25,528
50	6,31,E+00	99,70%	25,658
100	1,26,E+01	99,66%	25,648
150	1,89,E+01	99,62%	25,637
200	2,52,E+01	99,58%	25,628
300	3,79,E+01	99,54%	25,616
400	5,05,E+01	99,50%	25,607
500	6,31,E+01	99,47%	25,600
1000	1,26,E+02	99,39%	25,579
2000	2,52,E+02	99,31%	25,558
3000	3,79,E+02	99,26%	25,545
5000	6,31,E+02	99,20%	25,530
10000	1,26,E+03	99,12%	25,508
20000	2,52,E+03	99,04%	25,487
50000	6,31,E+03	98,93%	25,459



8.5 Rilevato VI04

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	8,20	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	14,30	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	14,30	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	3	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	3,50	(m)

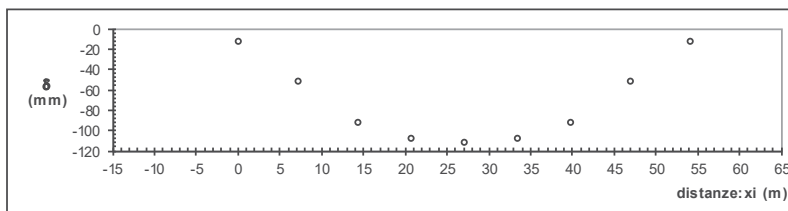
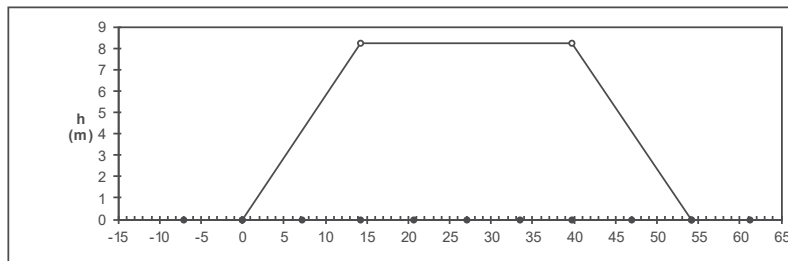
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	2,70	2,70	1,0	20,0	0,30	24,0	20,00	Ug1
2	2,70	10,30	7,60	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
3	10,30	50,00	39,70	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
-	-	40,00	-	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	
-	-	60,00	-	1,0	50,0	0,25	35,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,15	0,00	7,15	14,30	20,68	27,05	33,43	39,80	46,95	54,10	61,25

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,15	0,00	7,15	14,30	20,68	27,05	33,43	39,80	46,95	54,10	61,25

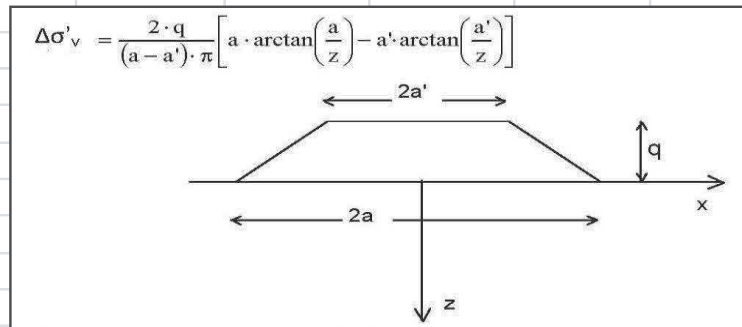
CEDIMENTI

s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
0,15	-1,26	-5,14	-9,22	-10,75	-11,09	-10,75	-9,22	-5,14	-1,26	0,15

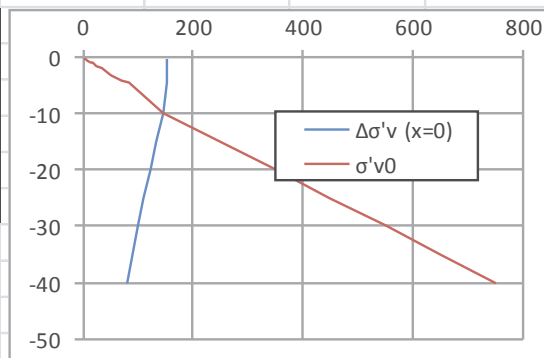
Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

Teoria di Boussinesq



	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	8,5	[m]
2a	53	[m]

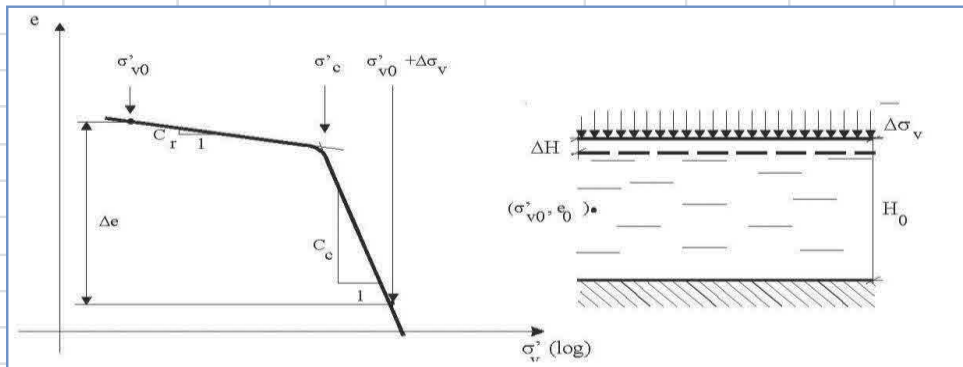


Y [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	153	153

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	Y terreno	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	153,08	153,08	20	0,1	1	15308%
0,2	153,08	153,08	20	0,1	3	5103%
0,3	153,08	153,08	20	0,1	5	3062%
0,5	153,08	153,08	20	0,2	8	1913%
0,8	153,07	153,07	20	0,3	13	1177%
1	153,07	153,07	20	0,2	18	850%
1,5	153,04	153,04	20	0,5	25	612%
2	152,99	152,99	20	0,5	35	437%
3	152,79	152,79	20	1	50	306%
4	152,41	152,41	20	1	70	218%
4,5	152,15	152,15	20	0,5	85	179%
10	145,41	145,41	20	5,5	145	100%
15	134,62	134,62	20	5	250	54%
20	122,31	122,31	20	5	350	35%
25	110,36	110,36	20	5	450	25%
30	99,58	99,58	20	5	550	18%
35	90,15	90,15	20	5	650	14%
40	82,01	82,01	20	5	750	11%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} \right) + C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_c} \right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	153,08	1	0,1468	0	0,62	0,020	0,020
0,2	20	0,1	153,08	3	0,1468	0	0,62	0,016	0,035
0,3	20	0,1	153,08	5	0,1468	0	0,62	0,014	0,049
0,5	20	0,2	153,08	8	0,1468	0	0,62	0,024	0,073
0,8	20	0,3	153,07	13	0,1468	0	0,62	0,030	0,103
1	20	0,2	153,07	18	0,1468	0	0,62	0,018	0,120
1,5	20	0,5	153,04	25	0,1468	0	0,62	0,039	0,159
2	20	0,5	152,99	35	0,1468	0	0,62	0,033	0,192
3	20	1	152,79	50	0,1468	0	0,62	0,055	0,247
4	20	1	152,41	70		0	0,62	0,000	0,247
4,5	20	0,5	152,15	85		0	0,62	0,000	0,247
10	20	5,5	145,41	145		0	0,62		
15	20	5	134,62	250		0	0,62		
20	20	5	122,31	350		0	0,62		
25	20	5	110,36	450		0	0,62		
30	20	5	99,58	550		0	0,62		
35									
40									0,247

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6})^{0,357})$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

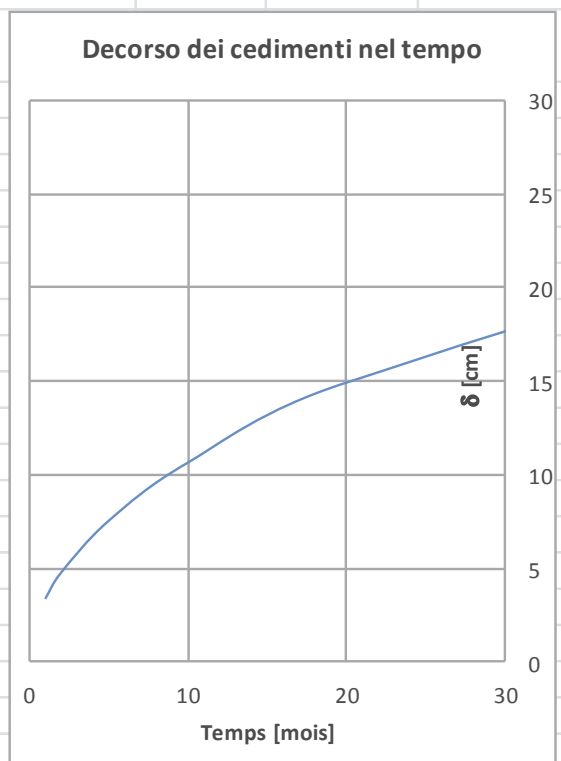
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	24,721	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	2,70	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	2,958E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

$t =$ (gg)	365	$T_v =$	1,28E+02	$U_m =$ (%)	99,4	$\delta_t =$ (cm)	24,57
$\delta_t =$ (cm)	24,721	$U_m =$ (%)	99,9	$T_v =$	4,9942964	$t =$ (gg)	14,24
$U_m =$ (%)	90	$T_v =$	0,848931267	$t =$ (gg)	2,42	$\delta_t =$ (cm)	22,25

t [gg]	T_v	U_m	δ [cm]
1	1,46,E-02	13,64%	3,372
2	2,92,E-02	19,29%	4,769
5	7,30,E-02	30,50%	7,539
10	1,46,E-01	43,07%	10,647
20	2,92,E-01	60,35%	14,918
50	7,30,E-01	86,68%	21,428
100	1,46,E+00	97,07%	23,997
150	2,19,E+00	98,90%	24,449
200	2,92,E+00	99,40%	24,572
300	4,38,E+00	99,65%	24,634
400	5,84,E+00	99,69%	24,645
500	7,30,E+00	99,70%	24,646
1000	1,46,E+01	99,64%	24,633
2000	2,92,E+01	99,57%	24,614
3000	4,38,E+01	99,52%	24,602
5000	7,30,E+01	99,46%	24,587
10000	1,46,E+02	99,37%	24,566
20000	2,92,E+02	99,29%	24,546
50000	7,30,E+02	99,18%	24,519



8.6 Rilevato VI05

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	5,80	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	8,30	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	7,90	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

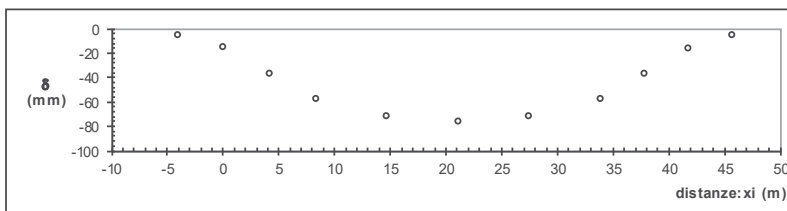
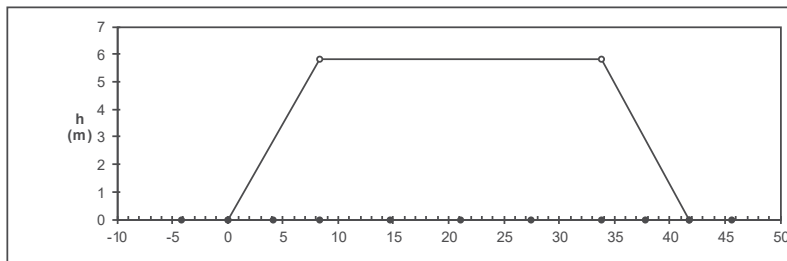
n (numero degli strati) (max 5):	5	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	5,50	(m)

Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	3,30	3,30	1,0	20,0	0,30	26,0	20,00	Ug1
2	3,30	4,50	1,20	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
3	4,50	11,70	7,20	1,0	30,0	0,30	36,0	20,00	Ug2
4	11,70	31,00	19,30	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	Ug3
5	31,00	40,00	9,00	1,0	30,0	0,30	36,0	20,50	Ug2

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
-4,15	0,00	4,15	8,30	14,68	21,05	27,43	33,80	37,75	41,70	45,65	(automatico)
											(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-4,15	0,00	4,15	8,30	14,68	21,05	27,43	33,80	37,75	41,70	45,65

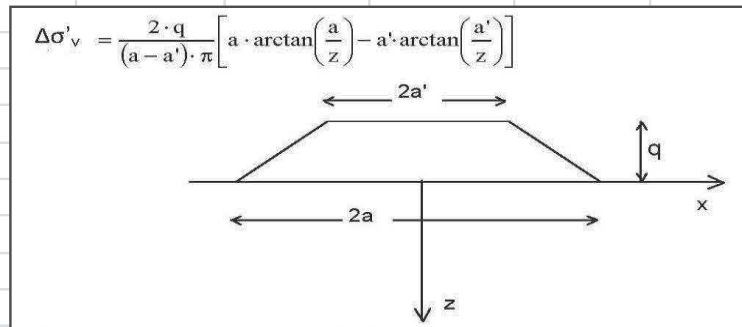
CEDIMENTI

s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
-0,45	-1,52	-3,60	-5,76	-7,11	-7,57	-7,09	-5,71	-3,60	-1,56	-0,49

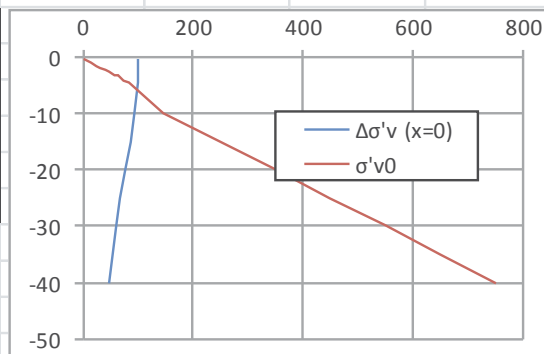
Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

Teoria di Boussinesq



	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	5,6	[m]
2a	42	[m]

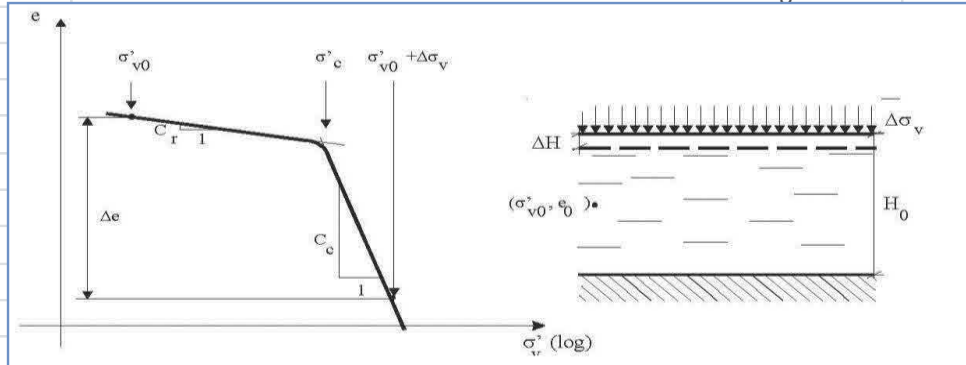


γ [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	100,8	100,8

Z	$\Delta\sigma'_v1 (x=0)$	$\Delta\sigma'_v (x=0)$	γ terreno	H _i	σ'_v0	$\frac{\Delta\sigma'_v (x=0)}{\sigma'_v0}$
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	100,85	100,85	20	0,1	1	10085%
0,6	100,85	100,85	20	0,5	7	1441%
1	100,84	100,84	20	0,4	16	630%
1,4	100,82	100,82	20	0,4	24	420%
1,8	100,79	100,79	20	0,4	32	315%
2,2	100,75	100,75	20	0,4	40	252%
2,6	100,68	100,68	20	0,4	48	210%
3	100,59	100,59	20	0,4	56	180%
3,3	100,51	100,51	20	0,3	63	160%
4	100,25	100,25	20	0,7	73	137%
4,5	100,02	100,02	20	0,5	85	118%
10	94,21	94,21	20	5,5	145	65%
15	85,44	85,44	20	5	250	34%
20	76,03	76,03	20	5	350	22%
25	67,38	67,38	20	5	450	15%
30	59,93	59,93	20	5	550	11%
35	53,66	53,66	20	5	650	8%
40	48,39	48,39	20	5	750	6%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi



a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}} \right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} \right) + C_c \cdot \log \left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_c} \right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	100,85	1	0,3596	0	0,93	0,037	0,037
0,6	20	0,5	100,85	7	0,3596	0	0,93	0,111	0,148
1	20	0,4	100,84	16	0,3596	0	0,93	0,064	0,212
1,4	20	0,4	100,82	24	0,3596	0	0,93	0,053	0,266
1,8	20	0,4	100,79	32	0,3596	0	0,93	0,046	0,312
2,2	20	0,4	100,75	40	0,3596	0	0,93	0,041	0,353
2,6	20	0,4	100,68	48	0,3596	0	0,93	0,037	0,389
3	20	0,4	100,59	56	0,3596	0	0,93	0,033	0,422
3,3	20	0,3	100,51	63	0,3596	0	0,93	0,023	0,446
4	20	0,7	100,25	73		0		0,000	0,446
4,5	20	0,5	100,02	85		0		0,000	0,446
10	20	5,5	94,21	145		0			
15	20	5	85,44	250		0			
20	20	5	76,03	350		0			
25	20	5	67,38	450		0			
30	20	5	59,93	550		0			
35									
40									0,446

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6})^{0,357})$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

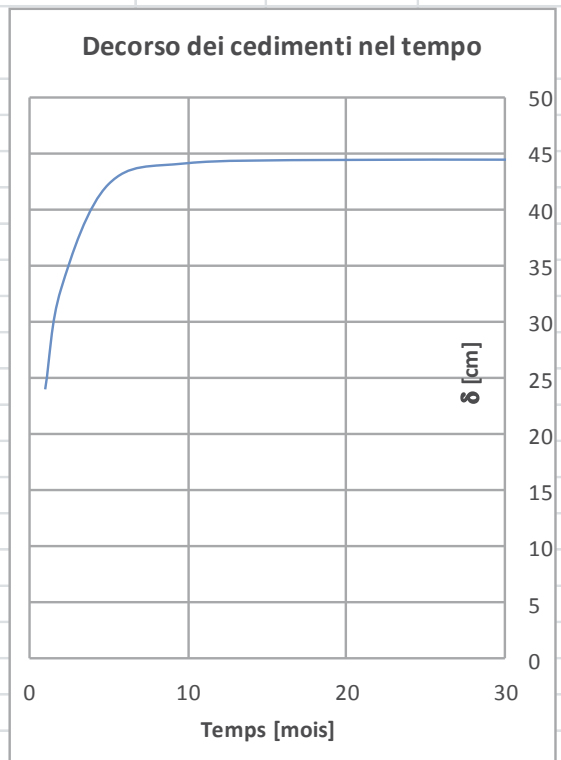
$$U_m = \delta_t / \delta_{tmax}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{tmax} =$	44,559	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	3,30	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	2,903E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

t =	20	Tv =	4,61E+00	Um =	99,7	$\delta_t =$	44,41
(gg)				(%)		(cm)	
$\delta_t =$	44,559	Um =	99,9	Tv =	4,9942964	t =	21,69
(cm)		(%)				(gg)	
Um =	90	Tv =	0,848931267	t =	3,69	$\delta_t =$	40,10
(%)				(gg)		(cm)	

t [gg]	Tv	Um	δ [cm]
1	2,30,E-01	53,86%	23,998
2	4,61,E-01	73,87%	32,916
5	1,15,E+00	94,83%	42,254
10	2,30,E+00	99,02%	44,122
20	4,61,E+00	99,66%	44,409
50	1,15,E+01	99,67%	44,412
100	2,30,E+01	99,59%	44,378
150	3,45,E+01	99,55%	44,357
200	4,61,E+01	99,51%	44,342
300	6,91,E+01	99,46%	44,321
400	9,21,E+01	99,43%	44,305
500	1,15,E+02	99,40%	44,293
1000	2,30,E+02	99,32%	44,257
2000	4,61,E+02	99,24%	44,220
3000	6,91,E+02	99,19%	44,198
5000	1,15,E+03	99,13%	44,171
10000	2,30,E+03	99,05%	44,135
20000	4,61,E+03	98,96%	44,098
50000	1,15,E+04	98,86%	44,049



8.7 Rilevato VI06

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	9,30	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	15,30	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	16,00	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	25,50	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	3	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	0,00	(m)

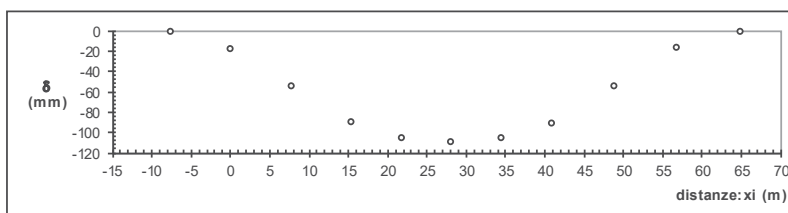
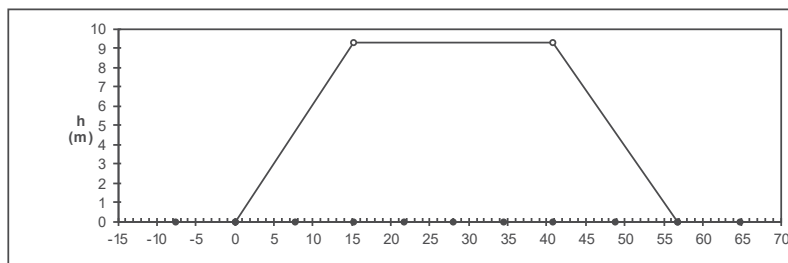
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	10,00	10,00	1,0	55,0	0,30	37,0	20,00	Ug5
2	10,00	26,00	16,00	1,0	30,0	0,30	26,0	20,00	Ug6
3	26,00	60,00	34,00	1,0	40,0	0,30	33,0	20,00	Ug7
-	-	31,00	-	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	
-	-	40,00	-	1,0	30,0	0,30	36,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,65	0,00	7,65	15,30	21,68	28,05	34,43	40,80	48,80	56,80	64,80

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,65	0,00	7,65	15,30	21,68	28,05	34,43	40,80	48,80	56,80	64,80

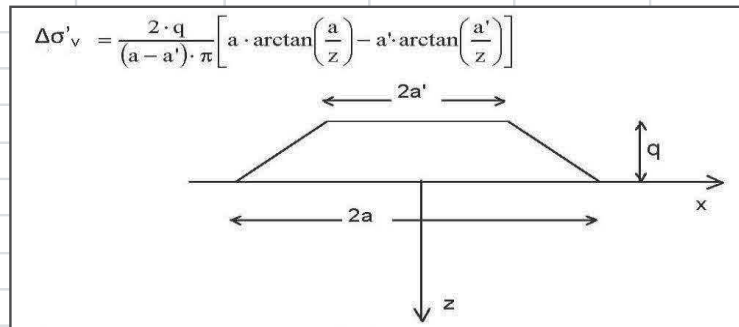
CEDIMENTI

δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_6	δ_7	δ_8	δ_9	δ_{10}	δ_{11}
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
-0,09	-1,77	-5,40	-8,96	-10,47	-10,85	-10,50	-9,04	-5,40	-1,61	0,00

Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

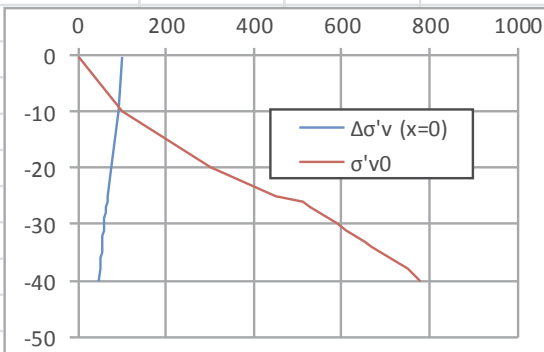
Teoria di Boussinesq



pression du trapèze sur une bande indéfinie

Données géométriques du remblai

	1 - 1a berme	
2a'	25,5	[m]
q	5,6	[m]
2a	42	[m]



γ [KN/mc]	18	rilevato
q [KPa]	100,8	100,8

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	γ terreno	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	100,85	100,85	20	0,1	1	10085%
10	94,21	94,21	20	9,9	101	93%
20	76,03	76,03	20	10	300	25%
25	67,38	67,38	20	5	450	15%
26	65,80	65,80	20	1	510	13%
27	64,26	64,26	20	1	530	12%
28	62,77	62,77	20	1	550	11%
29	61,33	61,33	20	1	570	11%
30	59,93	59,93	20	1	590	10%
31	58,59	58,59	20	1	610	10%
32	57,29	57,29	20	1	630	9%
33	56,04	56,04	20	1	650	9%
34	54,83	54,83	20	1	670	8%
35	53,66	53,66	20	1	690	8%
36	52,53	52,53	20	1	710	7%
37	51,44	51,44	20	1	730	7%
38	50,39	50,39	20	1	750	7%
40	48,39	48,39	20	2	780	6%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi

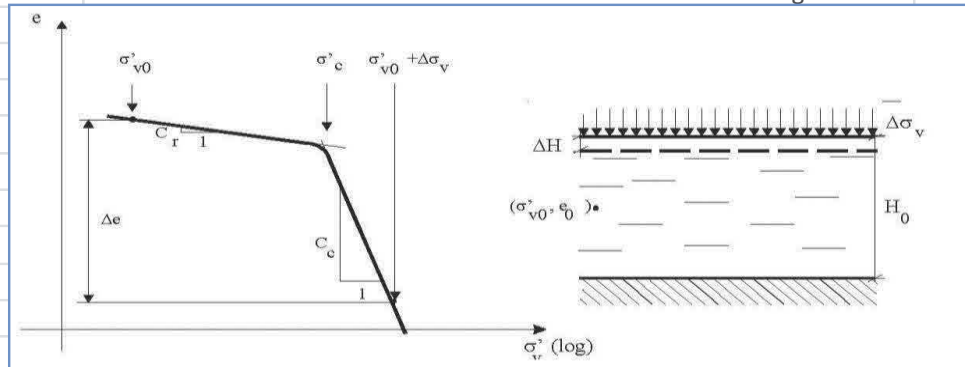


Schéma pour le calcul du tassement de consolidation primaire dans une couche de terrain cohésive

a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c}\right) \right]$$

Z	γ terreno	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	100,85	1	0	0	0	0,000	0,000
10	20	9,9	94,21	101	0	0	0	0,000	0,000
20	20	10	76,03	300	0	0	0	0,000	0,000
25	20	5	67,38	450	0	0	0	0,000	0,000
26	20	1	65,80	510	0,2177	0	0,82	0,006	0,006
27	20	1	64,26	530	0,2177	0	0,82	0,006	0,012
28	20	1	62,77	550	0,2177	0	0,82	0,006	0,018
29	20	1	61,33	570	0,2177	0	0,82	0,005	0,023
30	20	1	59,93	590	0,2177	0	0,82	0,005	0,028
31	20	1	58,59	610	0,2177	0	0,82	0,005	0,033
32	20	1	57,29	630	0,2177	0	0,82	0,005	0,037
33	20	1	56,04	650	0,2177	0	0,82	0,004	0,042
34	20	1	54,83	670	0,2177	0	0,82	0,004	0,046
35	20	1	53,66	690	0,2177	0	0,82	0,004	0,050
36	20	1	52,53	710	0,2177	0	0,82	0,004	0,053
37	20	1	51,44	730	0,2177	0	0,82	0,004	0,057
38									
40									0,057

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6}))^{0,357}$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

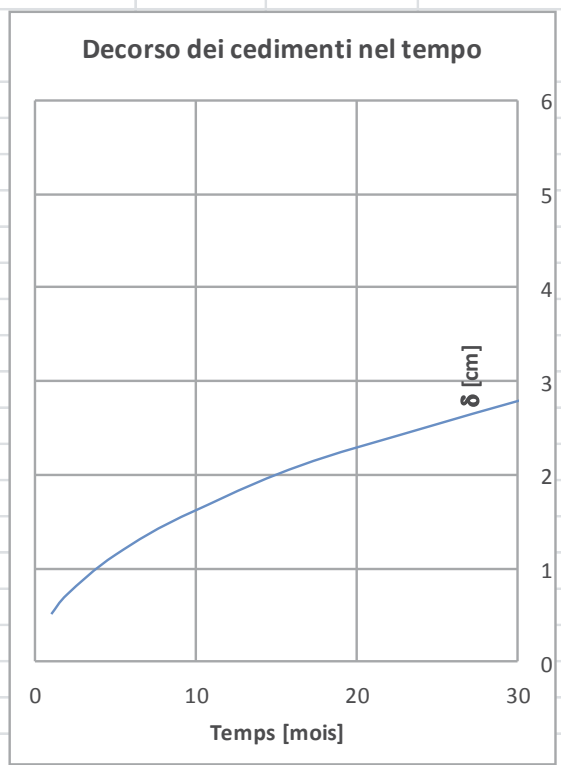
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	5,700	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	15,00	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	1,654E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

$t =$ (gg)	365	$T_v =$	2,32E+00	$U_m =$ (%)	99,0	$\delta_t =$ (cm)	5,64
$\delta_t =$ (cm)	5,700	$U_m =$ (%)	99,9	$T_v =$	4,9942964	$t =$ (gg)	786,14
$U_m =$ (%)	90	$T_v =$	0,848931267	$t =$ (gg)	133,63	$\delta_t =$ (cm)	5,13

t [gg]	T_v	U_m	δ [cm]
1	6,35,E-03	9,00%	0,513
2	1,27,E-02	12,72%	0,725
5	3,18,E-02	20,12%	1,147
10	6,35,E-02	28,44%	1,621
20	1,27,E-01	40,19%	2,291
50	3,18,E-01	62,75%	3,577
100	6,35,E-01	83,14%	4,739
150	9,53,E-01	92,11%	5,250
200	1,27,E+00	95,90%	5,466
300	1,91,E+00	98,47%	5,613
400	2,54,E+00	99,21%	5,655
500	3,18,E+00	99,48%	5,670
1000	6,35,E+00	99,70%	5,683
2000	1,27,E+01	99,66%	5,680
3000	1,91,E+01	99,62%	5,678
5000	3,18,E+01	99,56%	5,675
10000	6,35,E+01	99,47%	5,670
20000	1,27,E+02	99,39%	5,665
50000	3,18,E+02	99,28%	5,659



8.8 Rilevato fine Lotto

Cedimenti immediati

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL RILEVATO

h (altezza del rilevato):	9,80	(m)
a (larghezza scarpata sinistra):	15,50	(m)
a' (larghezza scarpata destra):	16,40	(m)
b (larghezza coronamento del rilevato):	72,30	(m)
γ_R (peso di unità di volume del rilevato):	18,00	(kN/m ³)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

n (numero degli strati) (max 5):	3	(-)
$\Delta\sigma_m/\sigma_{m0}$:	10	(%)
(Rapp. Tensione media indotta nel sottosuolo e tensione efficace media)		
Zw (Profondità della falda):	0,00	(m)

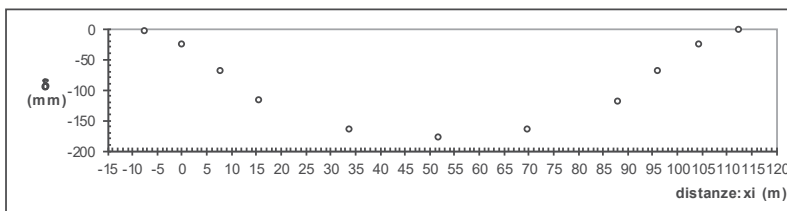
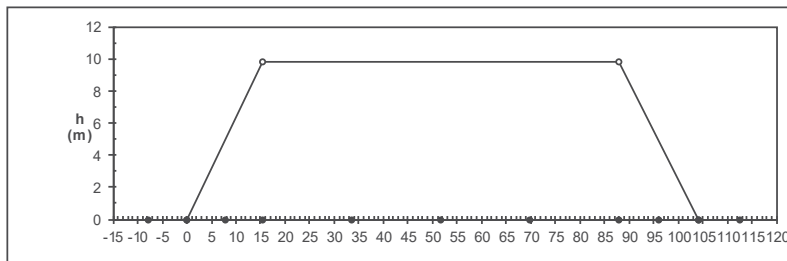
Strato (n)	Z _{iniziale} (m)	Z _{finale} (m)	Spessore (m)	Δz_i (m)	E (Mpa)	v (-)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)	terreno
1	0,00	10,00	10,00	1,0	55,0	0,30	37,0	20,00	Ug5
2	10,00	26,00	16,00	1,0	30,0	0,30	26,0	20,00	Ug6
3	26,00	60,00	34,00	1,0	40,0	0,30	33,0	20,00	Ug7
-	-	31,00	-	1,0	30,0	0,30	29,0	20,00	
-	-	40,00	-	1,0	30,0	0,30	36,0	20,50	

ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,75	0,00	7,75	15,50	33,58	51,65	69,73	87,80	96,00	104,20	112,40

(automatico)
(manuale)

RISULTATI DELLE ANALISI



ASCISSE DI CALCOLO

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-7,75	0,00	7,75	15,50	33,58	51,65	69,73	87,80	96,00	104,20	112,40

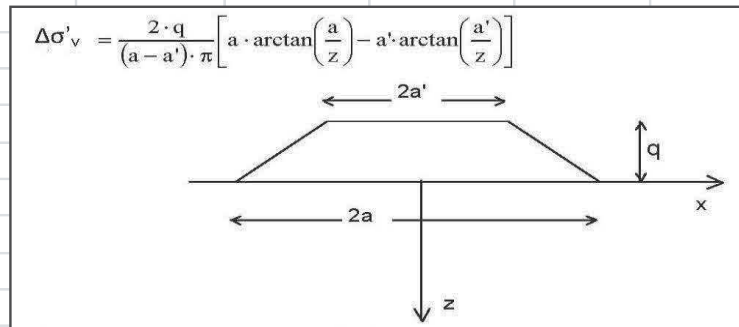
CEDIMENTI

s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
-0,27	-2,56	-6,94	-11,66	-16,46	-17,70	-16,49	-11,80	-6,94	-2,44	-0,12

Cedimenti di consolidazione

CALCOLO SOVRAPPRESSIONI

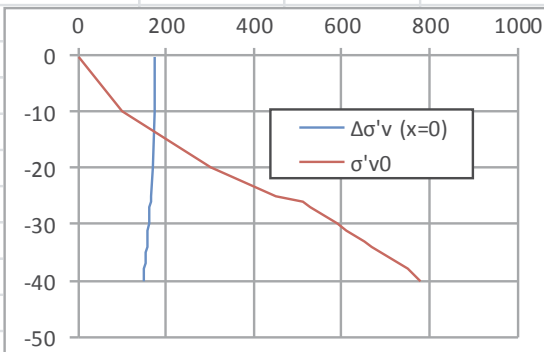
Teoria di Boussinesq



pression du trapèze sur une bande indéfinie

Données géométriques du remblai

	1 - 1a berme	
2a'	72,3	[m]
q	9,8	[m]
2a	103	[m]



Y [KN/mc]	18	(remblai)
q [KPa]	176,4	176,4

Z	Δσ'v1 (x=0)	Δσ'v (x=0)	Y terrain	Hi	σ'v0	Δσ'v (x=0)/σ'v0
[m]	[KPa]	[KPa]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	
0,1	176,49	176,49	20	0,1	1	17649%
10	175,60	175,60	20	9,9	101	174%
20	170,57	170,57	20	10	300	57%
25	166,23	166,23	20	5	450	37%
26	165,24	165,24	20	1	510	32%
27	164,21	164,21	20	1	530	31%
28	163,15	163,15	20	1	550	30%
29	162,06	162,06	20	1	570	28%
30	160,94	160,94	20	1	590	27%
31	159,80	159,80	20	1	610	26%
32	158,63	158,63	20	1	630	25%
33	157,45	157,45	20	1	650	24%
34	156,24	156,24	20	1	670	23%
35	155,02	155,02	20	1	690	22%
36	153,79	153,79	20	1	710	22%
37	152,54	152,54	20	1	730	21%
38	151,28	151,28	20	1	750	20%
40	148,74	148,74	20	2	780	19%

CEDIMENTO PER CONSOLIDAZIONE PRIMARIA

Teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi

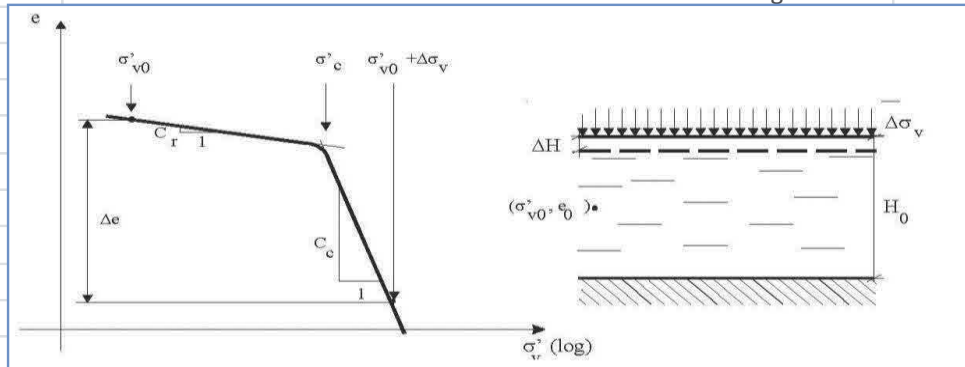


Schéma pour le calcul du tassement de consolidation primaire dans une couche de terrain cohésive

a) se $\sigma'_c = \sigma'_{v0}$ (terreno N.C.):

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

b) se $\sigma'_c > (\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v)$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}\right)$$

c) se $(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v) > \sigma'_c > \sigma'_{v0}$:

$$\Delta H_i = \frac{H_i}{(1 + e_0)} \cdot \left[C_s \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_c}\right) \right]$$

Z	γ terrain	Hi	Δσ'v (x=0)	σ'v0	Cc	Cs	e0	δi	Σδi
[m]	[KN/mc]	[m]	[KPa]	[KPa]				[m]	[m]
0,1	20	0,1	176,49	1	0	0	0	0,000	0,000
10	20	9,9	175,60	101	0	0	0	0,000	0,000
20	20	10	170,57	300	0	0	0	0,000	0,000
25	20	5	166,23	450	0	0	0	0,000	0,000
26	20	1	165,24	510	0,2177	0	0,82	0,015	0,015
27	20	1	164,21	530	0,2177	0	0,82	0,014	0,029
28	20	1	163,15	550	0,2177	0	0,82	0,013	0,042
29	20	1	162,06	570	0,2177	0	0,82	0,013	0,055
30	20	1	160,94	590	0,2177	0	0,82	0,013	0,068
31	20	1	159,80	610	0,2177	0	0,82	0,012	0,080
32	20	1	158,63	630	0,2177	0	0,82	0,012	0,091
33	20	1	157,45	650	0,2177	0	0,82	0,011	0,103
34	20	1	156,24	670	0,2177	0	0,82	0,011	0,114
35	20	1	155,02	690	0,2177	0	0,82	0,011	0,124
36	20	1	153,79	710	0,2177	0	0,82	0,010	0,134
37	20	1	152,54	730	0,2177	0	0,82	0,010	0,144
38									
40									0,144

DECORSO DEI CEDIMENTI

$$U_m = (4Tv/\pi)^{0,5} / ((1 + (4Tv/\pi)^{2,8})^{0,179})$$

$$T_v = ((\pi/4)(U_m)^2 / (1 - (U_m)^{5,6})^{0,357})$$

$$T_v = c_v * t / h^2$$

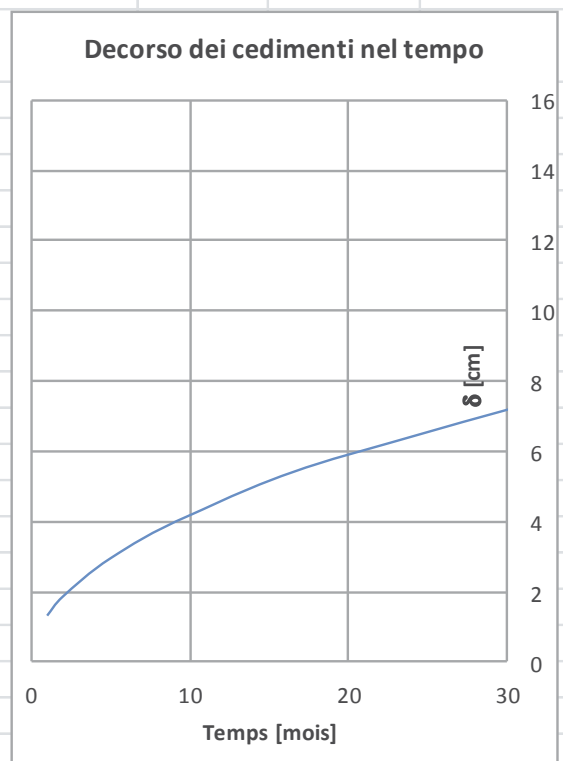
$$U_m = \delta_t / \delta_{t_{max}}$$

DATI DI INPUT:

$\delta_{t_{max}} =$	14,411	(cm)	(Cedimento massimo)
$h =$	15,00	(m)	(Percorso di drenaggio)
$c_v =$	1,722E-05	(m ² /sec)	(Coeff. Di consolidazione verticale)

$t =$ (gg)	365	$T_v =$	2,41E+00	$U_m =$ (%)	99,1	$\delta_t =$ (cm)	14,28
$\delta_t =$ (cm)	14,411	$U_m =$ (%)	99,9	$T_v =$	4,9942964	$t =$ (gg)	755,28
$U_m =$ (%)	90	$T_v =$	0,848931267	$t =$ (gg)	128,38	$\delta_t =$ (cm)	12,97

t [gg]	T_v	U_m	δ [cm]
1	6,61,E-03	9,18%	1,323
2	1,32,E-02	12,98%	1,870
5	3,31,E-02	20,52%	2,957
10	6,61,E-02	29,02%	4,182
20	1,32,E-01	41,00%	5,908
50	3,31,E-01	63,92%	9,211
100	6,61,E-01	84,20%	12,134
150	9,92,E-01	92,76%	13,367
200	1,32,E+00	96,27%	13,873
300	1,98,E+00	98,61%	14,210
400	2,64,E+00	99,27%	14,305
500	3,31,E+00	99,51%	14,340
1000	6,61,E+00	99,70%	14,367
2000	1,32,E+01	99,66%	14,361
3000	1,98,E+01	99,61%	14,354
5000	3,31,E+01	99,55%	14,346
10000	6,61,E+01	99,47%	14,334
20000	1,32,E+02	99,39%	14,322
50000	3,31,E+02	99,28%	14,306



8.9 Riepilogo cedimenti rilevati

Nella tabella seguente si riepilogano i cedimenti dei rilevati in corrispondenza delle opere d'arte principali presenti sulla tratta.

In tutti i casi i cedimenti immediati e di consolidazione ed i tempi necessari alla dissipazione delle sovrappressioni interstiziali negli strati coesivi risultano assolutamente compatibilità con la funzionalità e con i tempi di realizzazione dell'opera.

Rilevato	Cedimento immediato [cm]	Cedimento di consolidazione [cm]	Cedimento totale [cm]	Tempo di consolidazione (Um=90%) [gg]
VI01	8,6	22,7	31,3	11
VI02	7	25,9	32,9	5
VI03	6,8	25,7	32,5	7
VI04	10,9	24,7	35,6	2
VI05	7,4	44,6	52	4
VI06	10,9	5,7	16,6	133
Fine lotto	17,7	14,4	32,1	128

Tabella 13: riepilogo cedimenti rilevato

9. EDIFICIO BARRIERA DI ESAZIONE – STUDIO DELLA FONDAZIONE

La barriera di esazione in prossimità dell'autostrada A26 sarà realizzata su una platea di fondazione di dimensioni in pianta 25,10 m x 12,10 m.

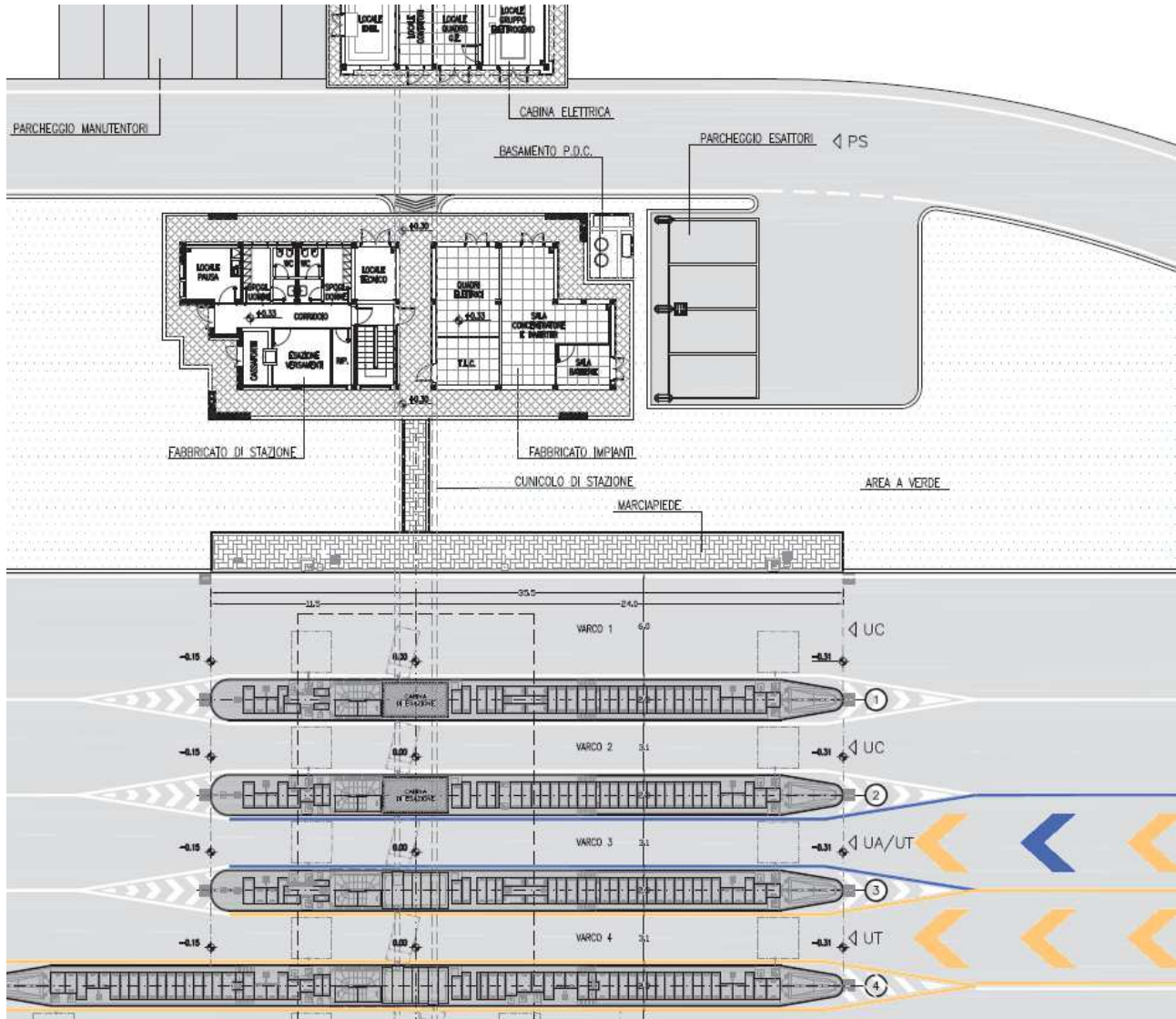
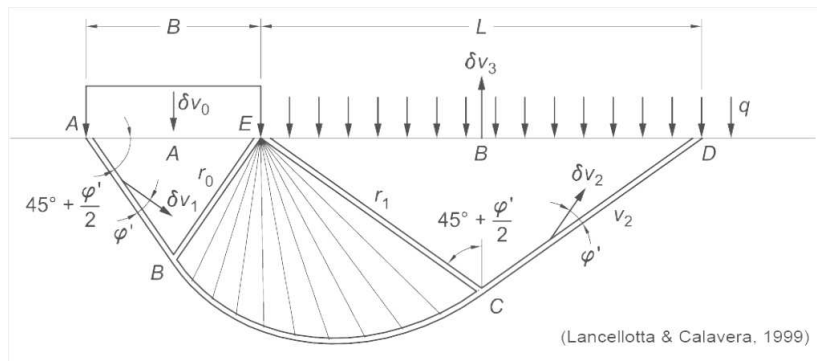


Figura 24: Inquadramento fabbricato a servizio barriera di esazione

9.1 Metodo di calcolo e di analisi fondazioni superficiali

Il calcolo del carico limite del terreno di fondazione viene eseguito secondo la formula di Brinch Hansen, valutato con l'espressione:



$$q_{ult} = (c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \gamma_c \cdot b_c + g \cdot D \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \gamma_q \cdot b_q + 0.5 \cdot g \cdot N_g \cdot d_g \cdot i_g \cdot \gamma_g \cdot b_g) \cdot B$$

dove i coefficienti di capacità portante sono dati da:

$$k_p = \tan(\pi/4 + \varphi/2)^2$$

$$N_q = \exp(\pi \cdot \tan \varphi) \cdot k_p$$

$$N_g = 2 \cdot (n_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_c = (n_q - 1) / \tan \varphi \quad (\text{per } \varphi > 0)$$

$$N_c = 5.14 \quad (\text{per } \varphi = 0)$$

I fattori di profondità d sono legati alla posizione D del piano di posa di fondazione dalle relazioni:

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi)^2 \cdot \arctg(D/B') \quad \text{se } D > B'$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot D/B' \cdot \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi)^2 \quad \text{se } D \leq B'$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \cdot \tan \varphi) \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$d_c = 1 + 0.40 \cdot D/B' \quad \text{se } D > B' \text{ e per } \varphi = 0$$

I fattori di inclinazione ed eccentricità del carico i sono legati alle componenti orizzontali e verticali T e N del carico nel caso lo stesso sia inclinato rispetto alla verticale:

$$i_q = i_c = (1 - 0.5 \cdot T / (N + a \cdot C_a \cdot 1 / \tan \varphi))^5 \quad (\text{per } \varphi > 0)$$

$$i_q = i_c = 0.5 + 0.5 \cdot (1 - T / (a \cdot C_a))^2 \quad (\text{per } \varphi = 0)$$

$$i_g = (1 - (0.7 \cdot T) / (N + a \cdot C_a \cdot 1 / \tan \varphi))^5$$

I fattori di inclinazione del piano di posa delle fondazione b sono dipendenti dell'angolo alfa del piano di fondazione rispetto all'orizzontale dalle relazioni:

$$b_q = b_c = \exp(-2 \cdot \alpha \cdot \tan \varphi)$$

$$b_g = \exp(-2.7 \cdot \alpha \cdot \tan \varphi)$$

dove:

B, D, α larghezza, profondità e inclinazione della fondazione

B' larghezza di fondazione ridotta $B' = B - 2 \cdot e$

T, N, e Forze orizzontali, verticali ed eccentricità in fondazione

C, γ , φ Coesione, peso specifico ed attrito del terreno di fondazione

La verifica a scorrimento è invece condotta determinando la resistenza a scorrimento della fondazione superficiale pari a:

$$S_d = N_d \cdot \tan \varphi + c' \cdot B' \cdot L'$$

Le verifiche sono soddisfatte se i coefficienti di sicurezza risultano maggiori dei valori di seguito riportati:

	Capacità portante	Scorrimento
SLU STR	FS ≥ 1	FS ≥ 1
SLU SISMA	FS $\geq 1,8$	FS $\geq 1,1$
SLU GEO	FS $\geq 1,8$	FS $\geq 1,1$

9.2 Analisi dei carichi.

I carichi derivanti dalle strutture in elevazione sono stati riportati al baricentro della struttura di fondazione.

I valori minimi e massimi di ascisse ed ordinate come da modello di calcolo strutturale sono di seguito riportate:

	min	max
X	-0,5	24,6
Y	-2,1	10,1

Le coordinate del baricentro sono pertanto pari a:

x_G	12,05
y_G	4

In allegato sono riportati le sollecitazioni agenti sui nodi della struttura di fondazione come da determinazioni del progettista strutturale. Tali azioni sono state riportate al baricentro della fondazione ottenendo le seguenti sollecitazioni:

F	14407,312
Mx	-1391,551
My	-296,4429

Con le sollecitazioni indicate si procede alla valutazione della capacità portante del terreno, le cui caratteristiche di resistenza sono assunte dalla relazione strutturale e pari a:

$$c' = 0$$

$$\varphi' = 28^\circ$$

La falda si colloca a 2 m dal p.c.

Si riportano di seguito le verifiche

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

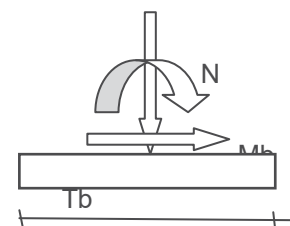
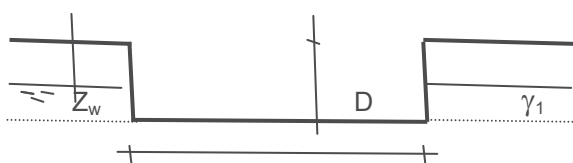
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_L/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

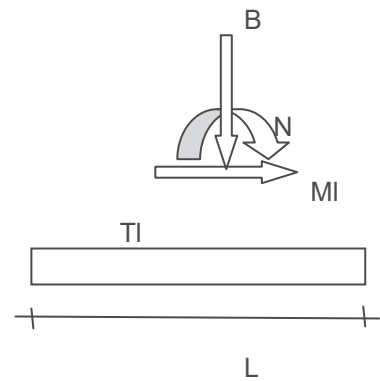
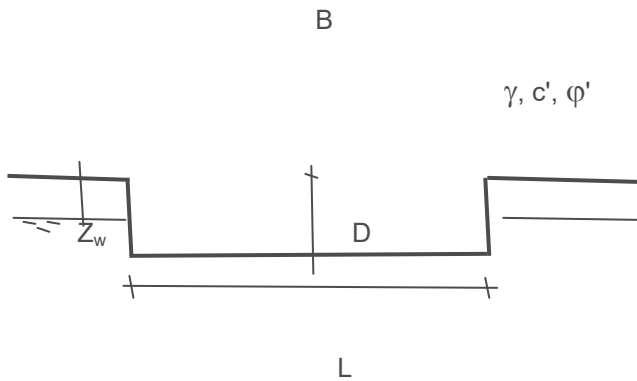
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili		1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10





(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B	=	25,10	(m)
L	=	12,20	(m)
D	=	2,00	(m)



$\beta_f = 0,00$ (°)



$\beta_p = 0,00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	14408,00		14408,00
Mb [kNm]	1392,00		1392,00
MI [kNm]	297,00		297,00
Tb [kN]	0,00		0,00
TI [kN]	0,00		0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

Peso unità di volume del terreno

γ_1	=	18,00	(kN/mc)
γ	=	18,00	(kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

c'	=	0,00	(kN/mq)
φ'	=	28,00	(°)

Valori di progetto

c'	=	0,00	(kN/mq)
φ'	=	28,00	(°)

Profondità della falda

Z_w	=	2,00	(m)
-------	---	------	-----

e_B	=	0,10	(m)
e_L	=	0,02	(m)

B^*	=	24,91	(m)
L^*	=	12,16	(m)

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 36,00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 8,00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$Nq = 14,72$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 25,80$$

$$Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$Ny = 16,72$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1,28$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,26$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,80$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,67$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

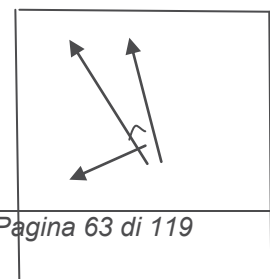
$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,33$$

$$m = 1,67 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg(\varphi')))^m$$

$$i_q = 1,00$$



$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B \cdot L \cdot c' \cot \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$

L H θ TI

Tb

B

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1,05$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,05$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0,00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0,00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1354,59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 47,58 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 588,95 \geq q = 47,58 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 0,00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 7660,87 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 6964,43 \geq H_d = 0,00 \quad (\text{kN})$$

La verifica di capacità portante risulta pertanto ampiamente soddisfatta.

10. CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione definitiva del Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme - Lotto 1 sono state effettuate le verifiche di stabilità globale le analisi dei cedimenti del rilevato stradale costituito in materiali sciolti e della trincea da pk 24+400 a pk 25+728.

Sono state inoltre riportate le verifiche della capacità portante in corrispondenza del fabbricato della barriera di esazione, che risultano ampiamente soddisfatte.

Le analisi numeriche sono state condotte in ottemperanza al D.M. 14/01/2008 ("NTC2008") con verifica agli stati limite ultimi SLU (sicurezza nei confronti della rottura) sia in condizioni statiche che sismiche.

I criteri di verifica delle trincee e delle opere in materiali sciolti, indicati come comuni dalla normativa di riferimento D.M. 14/01/2008 "NTC2008", sono in particolare dettagliati al § 6.8.2 per le analisi statiche e al § 7.11.3.5 e § 7.11.4 per le verifiche sismiche delle suddette norme.

Le verifiche di stabilità globale sono state realizzate con i metodi all'equilibrio limite. Il codice di calcolo utilizzato per effettuare le analisi è SLOPE/W (Licenza n.3995-102525-102092), prodotto dalla Software House Geostudio.

Tutte le verifiche condotte mostrano esito positivo.

Si allegano di seguito le tabelle di calcolo delle verifiche di stabilità eseguite.

11. TABELLE DI CALCOLO

11.1 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-21 pk 25+575

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: (none)
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 6.5 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °

Terreno di riporto

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 26 °
Phi-B: 0 °

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (18.45, 61.52) m

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.
Lotto 1

Progetto Definitivo

Left-Zone Right Coordinate: (22.76578, 60.9) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (35.11, 53.95) m
Right-Zone Right Coordinate: (40.64075, 54.21) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-1.74, 61.52) m
Right Coordinate: (98.26, 59.42) m

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ug3	12,10,11,13	1550
Region 2	Ug3	10,21,22,14,5,16,8,11	646.02846
Region 3	Ug1	21,17,18,3,4,22	180.37352
Region 4	Ug1	16,19,20,8	75.594587
Region 5	Terreno di riporto	17,18,2,1	12.862783
Region 6	Terreno di riporto	19,6,7,20	16.287403

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-1.74	61.52
Point 2	21.76	61.52
Point 3	25.41	59.27
Point 4	27.36	59.27
Point 5	66.38	55.42
Point 6	74.22	60.92
Point 7	98.26	59.42
Point 8	98.26	56.7
Point 9	-1.74	56.3
Point 10	-1.74	49.02
Point 11	98.26	49.02
Point 12	-1.74	33.52
Point 13	98.26	33.52
Point 14	35.11	53.95
Point 15	30.9	56.74
Point 16	68.5	57
Point 17	-1.74	61
Point 18	22.66	60.96521
Point 19	73.31	60.29636
Point 20	98.26	58.77
Point 21	-1.74	54.5
Point 22	32.69566	55.55

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	83	1.121	(34.674, 68.602)	14.7	(21.8099, 61.4892)	(36.4927, 54.015)

Slices of Slip Surface: 83

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	83	21.96168	61.22761	0	1.8763497	0.9151569	0
2	83	22.38672	60.548995	0	1.8891267	0.7251678	6.5
3	83	22.889165	59.82431	0	7.9050343	3.0344584	6.5
4	83	23.3475	59.239375	0	12.36907	4.748041	6.5
5	83	23.805835	58.71033	0	16.112937	6.1851772	6.5
6	83	24.264165	58.22855	0	19.29979	7.4084952	6.5
7	83	24.7225	57.787675	0	22.042996	8.4615132	6.5
8	83	25.180835	57.38286	0	24.425049	9.3758981	6.5
9	83	25.65375	56.99943	0	28.600624	10.978751	6.5
10	83	26.14125	56.636095	0	34.728334	13.330959	6.5
11	83	26.62875	56.30282	0	40.776375	15.652584	6.5
12	83	27.11625	55.99721	0	46.796029	17.963312	6.5

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

13	83	27.56605	55.7372	0	50.19057	19.266355	6.5
14	83	27.97815	55.517895	0	50.78242	19.493544	6.5
15	83	28.43484	55.29492	0	51.103411	22.752705	0
16	83	28.936115	55.071105	0	51.031484	22.72068	0
17	83	29.437385	54.86923	0	50.536267	22.500196	0
18	83	29.938655	54.68834	0	49.534148	22.054024	0
19	83	30.43993	54.527625	0	47.939811	21.344179	0
20	83	30.941205	54.3864	0	45.676964	20.336695	0
21	83	31.442475	54.264085	0	42.67977	19.002258	0
22	83	31.94375	54.1602	0	38.899965	17.31938	0
23	83	32.445025	54.07435	0	34.327745	15.283697	0
24	83	32.937095	54.00715	0	29.259056	13.026971	0
25	83	33.419965	53.95773	0	23.793105	10.593373	0
26	83	33.90283	53.92436	0	17.751987	7.9036939	0
27	83	34.385695	53.906925	0	11.246247	5.0071519	0
28	83	34.868565	53.90537	0	4.4022678	1.9600159	0
29	83	35.34045	53.919015	0	0.91423389	0.40704315	0
30	83	35.801345	53.94719	0	0.75336929	0.33542162	0
31	83	36.26224	53.989955	0	0.29723304	0.13233667	0

11.2 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-21 pk 25+575

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force (F) Units: kN
Pressure (p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: (none)
Slip Surface
Direction of movement: Left to Right
Use Passive Mode: No
Slip Surface Option: Entry and Exit
Critical slip surfaces saved: 1
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 6.5 kPa
Phi: 21.5 °
Phi-B: 0 °

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °

Terreno di riporto

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27 °
Phi-B: 0 °

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.
Lotto 1

Progetto Definitivo

Left-Zone Left Coordinate: (18.45, 61.52) m
Left-Zone Right Coordinate: (23.09, 60.70014) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (35.11, 53.95) m
Right-Zone Right Coordinate: (40.64075, 54.21) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-1.74, 61.52) m
Right Coordinate: (98.26, 59.42) m

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0093
Vert Seismic Load: 0.0045
Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ug3	11,9,10,12	1550
Region 2	Ug3	9,21,20,13,5,15,8,10	666.00114
Region 3	Ug1	21,16,17,3,4,20	160.40084
Region 4	Ug1	15,18,19,8	75.594587
Region 5	Terreno di riporto	16,17,2,1	12.862783
Region 6	Terreno di riporto	18,6,7,19	16.287403

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-1.74	61.52
Point 2	21.76	61.52
Point 3	25.41	59.27
Point 4	27.36	59.27
Point 5	66.38	55.42
Point 6	74.22	60.92
Point 7	98.26	59.42
Point 8	98.26	56.7
Point 9	-1.74	49.02
Point 10	98.26	49.02
Point 11	-1.74	33.52
Point 12	98.26	33.52
Point 13	35.11	53.95
Point 14	30.9	56.74
Point 15	68.5	57
Point 16	-1.74	61
Point 17	22.66	60.96521
Point 18	73.31	60.29636
Point 19	98.26	58.77
Point 20	32.69566	55.55
Point 21	-1.74	55.66

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	83	1.103	(34.675, 68.326)	14.427	(22.0531, 61.3393)	(36.4927, 54.015)

Slices of Slip Surface: 83

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	83	22.160155	61.15255	0	1.3216746	0.67342685	0
2	83	22.463615	60.653245	0	-0.30135138	-0.11870547	6.5
3	83	22.889165	60.01574	0	5.1275494	2.0197954	6.5
4	83	23.3475	59.399965	0	10.011395	3.9435935	6.5
5	83	23.805835	58.84643	0	14.071333	5.5428455	6.5
6	83	24.264165	58.344685	0	17.501063	6.8938519	6.5
7	83	24.7225	57.887205	0	20.434648	8.0494221	6.5
8	83	25.180835	57.46836	0	22.968924	9.0476998	6.5
9	83	25.65375	57.072605	0	27.252531	10.735058	6.5

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

10	83	26.14125	56.69834	0	33.450435	13.176477	6.5
11	83	26.62875	56.35563	0	39.555192	15.581205	6.5
12	83	27.11625	56.04183	0	45.628499	17.973544	6.5
13	83	27.65307	55.728515	0	49.224422	19.390016	6.5
14	83	28.183615	55.4455	0	50.076253	22.295384	0
15	83	28.658565	55.21685	0	50.277874	22.385152	0
16	83	29.133515	55.009065	0	50.147271	22.327004	0
17	83	29.60847	54.821175	0	49.620508	22.092473	0
18	83	30.083425	54.652355	0	48.621842	21.647839	0
19	83	30.558375	54.50191	0	47.07614	20.959648	0
20	83	31.033325	54.369245	0	44.911897	19.996065	0
21	83	31.50828	54.25386	0	42.072492	18.73188	0
22	83	31.983235	54.155325	0	38.515447	17.148182	0
23	83	32.458185	54.073295	0	34.225799	15.238308	0
24	83	32.937095	54.00707	0	29.343564	13.064596	0
25	83	33.419965	53.95669	0	23.909383	10.645143	0
26	83	33.90283	53.922675	0	17.876763	7.9592477	0
27	83	34.385695	53.9049	0	11.354655	5.0554183	0
28	83	34.868565	53.90331	0	4.4755603	1.9926478	0
29	83	35.34045	53.917205	0	0.96027722	0.42754296	0
30	83	35.801345	53.945905	0	0.7860988	0.34999374	0
31	83	36.26224	53.98948	0	0.309243	0.13768386	0

11.3 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-150 pk 28+450

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa

Phi: 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (49.62, 16.590923) m
Left-Zone Right Coordinate: (64.87, 15.473333) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (74.87, 10.408706) m
Right-Zone Right Coordinate: (100, 11) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 11) m
Right Coordinate: (100, 11) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	2
	100	2

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³
Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.28	16.3
	37.28	17.3
	62.5	17.9

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ug1	1,2,3,10,11,12	286.705
Region 2	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10	232.557
Region 3	Ug2	13,1,12,14	900
Region 4	Ug3	13,15,16,14	1550

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	7.5
Point 2	0	11
Point 3	25.6	9.9
Point 4	27.8	11.3
Point 5	29.73	11.3
Point 6	37.28	16.3
Point 7	62.73	16.9
Point 8	70.23	11.9
Point 9	72.22	11.9
Point 10	74.5	10.4
Point 11	100	11
Point 12	100	7.5
Point 13	0	-1.5
Point 14	100	-1.5
Point 15	0	-17
Point 16	100	-17

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	78	1.164	(72.744, 23.284)	13.05	(61.3809, 16.8682)	(74.87, 10.4087)

Slices of Slip Surface: 78

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	78	61.6607	16.41666	-141.38387	15.438328	8.2087044	0
2	78	62.220235	15.582815	-133.20439	23.661431	12.581006	0
3	78	62.615	15.058875	-128.06795	17.371176	9.2364179	0
4	78	62.95059	14.66655	-124.22061	19.999695	10.634026	0
5	78	63.391765	14.189015	-119.53721	22.132833	11.768236	0
6	78	63.83294	13.75587	-115.28911	24.0256	12.774638	0
7	78	64.27412	13.36126	-111.4207	25.749336	13.691165	0
8	78	64.715295	13.000725	-107.88478	27.34727	14.540801	0
9	78	65.15647	12.670785	-104.64773	28.845704	15.337533	0
10	78	65.59765	12.36865	-101.68618	30.254397	16.086548	0
11	78	66.038825	12.092055	-98.973092	31.570982	16.786589	0
12	78	66.48	11.83915	-96.492432	32.777204	17.427949	0
13	78	66.921175	11.60839	-94.230396	33.841483	17.993836	0
14	78	67.36235	11.398485	-92.170009	34.716035	18.458843	0
15	78	67.80353	11.20834	-90.306339	35.342553	18.791969	0
16	78	68.244705	11.037035	-88.625359	35.643756	18.952121	0
17	78	68.68588	10.88379	-87.123033	35.538132	18.89596	0
18	78	69.12706	10.74794	-85.790503	34.929908	18.572562	0
19	78	69.568235	10.628925	-84.623915	33.729089	17.934075	0
20	78	70.00941	10.52627	-83.616873	31.85278	16.936424	0
21	78	70.4012	10.447725	-82.847475	31.787504	16.901716	0
22	78	70.743605	10.389905	-82.279729	33.809436	17.976796	0
23	78	71.13234	10.336255	-81.754174	35.301435	13.550951	4
24	78	71.567405	10.289465	-81.294113	36.809319	14.129774	4
25	78	72.00247	10.25737	-80.980811	37.616182	14.4395	4
26	78	72.448	10.2398	-80.808072	34.703754	13.321523	4
27	78	72.904	10.237405	-80.783433	28.072462	10.776009	4
28	78	73.36	10.25096	-80.916382	20.884615	8.0168525	4
29	78	73.816	10.28052	-81.207206	13.35845	5.1278285	4
30	78	74.272	10.326185	-81.653899	5.7163392	2.194297	4
31	78	74.685	10.380885	-82.191913	1.2588702	0.48323499	4

11.4 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-150 pk 28+450

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (49.62, 16.590923) m
Left-Zone Right Coordinate: (64.87, 15.473333) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (74.87, 10.408706) m
Right-Zone Right Coordinate: (100, 11) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 11) m
Right Coordinate: (100, 11) m

Piezometric Lines
Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	2
	100	2

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.28	16.3
	37.28	17.3
	62.5	17.9

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0116

Vert Seismic Load: 0.005812

Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Limo argilloso sabbioso	1,2,3,10,11,12	286.705
Region 2	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10	232.557
Region 3	sabbie e ghiaie in matrice limosa	13,1,12,14	900
Region 4	Sabbia limosa argillosa	13,15,16,14	1550

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	7.5
Point 2	0	11
Point 3	25.6	9.9
Point 4	27.8	11.3
Point 5	29.73	11.3
Point 6	37.28	16.3
Point 7	62.73	16.9
Point 8	70.23	11.9
Point 9	72.22	11.9
Point 10	74.5	10.4
Point 11	100	11
Point 12	100	7.5
Point 13	0	-1.5
Point 14	100	-1.5
Point 15	0	-17
Point 16	100	-17

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	78	1.137	(72.744, 23.284)	13.05	(61.3809, 16.8682)	(74.87, 10.4087)

Slices of Slip Surface: 78

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	78	61.6607	16.41666	-141.38387	15.30278	8.1366324	0
2	78	62.220235	15.582815	-133.20439	23.490453	12.490095	0
3	78	62.615	15.058875	-128.06795	17.273332	9.1843937	0
4	78	62.95059	14.66655	-124.22061	19.878412	10.569539	0
5	78	63.391765	14.189015	-119.53721	21.990612	11.692616	0
6	78	63.83294	13.75587	-115.28911	23.866676	12.690137	0
7	78	64.27412	13.36126	-111.4207	25.576938	13.599499	0
8	78	64.715295	13.000725	-107.88478	27.166825	14.444857	0
9	78	65.15647	12.670785	-104.64773	28.665003	15.241452	0
10	78	65.59765	12.36865	-101.68618	30.083726	15.995801	0

Progetto Definitivo

11	78	66.038825	12.092055	-98.973092	31.417375	16.704915	0
12	78	66.48	11.83915	-96.492432	32.651941	17.361345	0
13	78	66.921175	11.60839	-94.230396	33.752234	17.946381	0
14	78	67.36235	11.398485	-92.170009	34.674738	18.436885	0
15	78	67.80353	11.20834	-90.306339	35.355141	18.798662	0
16	78	68.244705	11.037035	-88.625359	35.720349	18.992847	0
17	78	68.68588	10.88379	-87.123033	35.678156	18.970412	0
18	78	69.12706	10.74794	-85.790503	35.132445	18.680252	0
19	78	69.568235	10.628925	-84.623915	33.986311	18.070842	0
20	78	70.00941	10.52627	-83.616873	32.154198	17.096691	0
21	78	70.4012	10.447725	-82.847475	32.129398	17.083504	0
22	78	70.743605	10.389905	-82.279729	34.190387	18.179351	0
23	78	71.13234	10.336255	-81.754174	35.680064	13.696293	4
24	78	71.567405	10.289465	-81.294113	37.216785	14.286185	4
25	78	72.00247	10.25737	-80.980811	38.033834	14.599821	4
26	78	72.448	10.2398	-80.808072	35.096197	13.472168	4
27	78	72.904	10.237405	-80.783433	28.399192	10.901428	4
28	78	73.36	10.25096	-80.916382	21.133022	8.1122071	4
29	78	73.816	10.28052	-81.207206	13.522368	5.1907508	4
30	78	74.272	10.326185	-81.653899	5.7971393	2.2253133	4
31	78	74.685	10.380885	-82.191913	1.2869062	0.49399703	4

11.5 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-199 pk 29+600

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8

Relazione di Calcolo e geotecnica

Verifiche di stabilità globale dei rilevati

Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (14.39, 9.5) m
Left-Zone Right Coordinate: (24.02441, 9.5) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (35.44, 15.675676) m
Right-Zone Right Coordinate: (40.00842, 16.938865) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9.5) m
Right Coordinate: (100, 9.74) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	-3.5
	100	-3.5

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³
Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.4	17
	37.4	18
	62.69	17.4

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0
Vert Seismic Load: 0

Regions

	Material	Points	Area (m ²)

Region 1	Ug1	1,2,3,9,10,11	603
Region 2	Rilevato	3,4,12,5,6,7,8,9	269.4775
Region 3	Ug2	1,13,14,11	1100
Region 4	Ug3	13,15,16,14	1250

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	3.5
Point 2	0	9.5
Point 3	24.5	9.5
Point 4	27.9	12
Point 5	37.4	17
Point 6	63	16.4
Point 7	70.35	11.4
Point 8	72.35	11.4
Point 9	75	9.5
Point 10	100	9.74
Point 11	100	3.5
Point 12	30	12
Point 13	0	-7.5
Point 14	100	-7.5
Point 15	0	-20
Point 16	100	-20

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	118	1.144	(25.891, 24.098)	14.717	(38.7651, 16.968)	(24.0244, 9.5)

Slices of Slip Surface: 118

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	118	24.262205	9.473521	-127.23147	1.2250031	0.47023463	4
2	118	24.73264	9.428677	-126.79095	5.9702752	2.2917739	4
3	118	25.19792	9.3993475	-126.50336	13.9816	5.3670335	4
4	118	25.6632	9.384786	-126.36004	21.89381	8.4042464	4
5	118	26.128485	9.384949	-126.36295	29.505175	11.325975	4
6	118	26.59377	9.399837	-126.50774	36.617667	14.056205	4
7	118	27.05905	9.4294945	-126.79888	43.052574	16.526335	4
8	118	27.52433	9.474012	-127.2365	48.667657	18.681763	4
9	118	27.828485	9.5094995	-127.58635	53.17403	28.273133	0
10	118	28.1625	9.5600185	-128.07993	52.67315	28.00681	0
11	118	28.6875	9.651858	-128.98033	49.535464	26.338473	0
12	118	29.2125	9.7635075	-130.07506	45.549189	24.218933	0
13	118	29.7375	9.895435	-131.36953	40.921752	21.758482	0
14	118	30.246665	10.042982	-132.81573	38.903545	20.685382	0
15	118	30.74	10.20553	-134.40927	39.343685	20.919408	0
16	118	31.233335	10.38775	-136.1976	39.235758	20.862023	0
17	118	31.726665	10.59044	-138.18544	38.689391	20.571514	0
18	118	32.22	10.81454	-140.38244	37.80252	20.099957	0
19	118	32.713335	11.06116	-142.80216	36.662726	19.493917	0
20	118	33.206665	11.3316	-145.45301	35.334403	18.787635	0
21	118	33.7	11.627415	-148.35459	33.871726	18.009916	0
22	118	34.193335	11.95047	-151.52327	32.305149	17.176952	0
23	118	34.686665	12.303005	-154.97954	30.653044	16.298513	0
24	118	35.18	12.687765	-158.75294	28.913188	15.373415	0
25	118	35.673335	13.108145	-162.86966	27.073276	14.395116	0
26	118	36.166665	13.568435	-167.39627	25.094208	13.342827	0
27	118	36.66	14.074165	-172.34303	22.917383	12.185388	0
28	118	37.153335	14.63267	-177.82277	20.453205	10.875162	0
29	118	37.62752	15.22719	-183.6593	27.603225	14.676895	0

30	118	38.082555	15.865125	-189.91755	21.372796	11.364117	0
31	118	38.53759	16.585025	-196.97388	14.478125	7.6981555	0

11.6 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-199 pk 29+600

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (14.39, 9.5) m

Left-Zone Right Coordinate: (24.02441, 9.5) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (35.44, 15.675676) m

Right-Zone Right Coordinate: (40.00842, 16.938865) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9.5) m

Right Coordinate: (100, 9.74) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	-3.5
	100	-3.5

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.4	17
	37.4	18
	62.69	17.4

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0093

Vert Seismic Load: 0.0664

Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ug1	1,2,3,9,10,11	603
Region 2	Rilevato	3,4,12,5,6,7,8,9	269.4775
Region 3	Ug2	1,13,14,11	1100
Region 4	Ug3	13,15,16,14	1250

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	3.5
Point 2	0	9.5
Point 3	24.5	9.5
Point 4	27.9	12
Point 5	37.4	17
Point 6	63	16.4
Point 7	70.35	11.4
Point 8	72.35	11.4
Point 9	75	9.5
Point 10	100	9.74
Point 11	100	3.5

Point 12	30	12
Point 13	0	-7.5
Point 14	100	-7.5
Point 15	0	-20
Point 16	100	-20

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	118	1.123	(25.891, 24.098)	14.717	(38.7651, 16.968)	(24.0244, 9.5)

Slices of Slip Surface: 118

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	118	24.262205	9.473521	-127.23147	1.2797124	0.49123556	4
2	118	24.73264	9.428677	-126.79095	6.3349409	2.431756	4
3	118	25.19792	9.3993475	-126.50336	14.878985	5.7115072	4
4	118	25.6632	9.384786	-126.36004	23.318584	8.9511658	4
5	118	26.128485	9.384949	-126.36295	31.439236	12.068392	4
6	118	26.59377	9.399837	-126.50774	39.022063	14.979167	4
7	118	27.05905	9.4294945	-126.79888	45.876326	17.610272	4
8	118	27.52433	9.474012	-127.2365	51.850225	19.903437	4
9	118	27.828485	9.5094995	-127.58635	56.793216	30.197488	0
10	118	28.1625	9.5600185	-128.07993	56.25445	29.911021	0
11	118	28.6875	9.651858	-128.98033	52.888444	28.121284	0
12	118	29.2125	9.7635075	-130.07506	48.607203	25.844908	0
13	118	29.7375	9.895435	-131.36953	43.637245	23.202335	0
14	118	30.246665	10.042982	-132.81573	41.447677	22.038121	0
15	118	30.74	10.20553	-134.40927	41.871801	22.263632	0
16	118	31.233335	10.38775	-136.1976	41.711838	22.178578	0
17	118	31.726665	10.59044	-138.18544	41.08794	21.846845	0
18	118	32.22	10.81454	-140.38244	40.108222	21.32592	0
19	118	32.713335	11.06116	-142.80216	38.866369	20.665615	0
20	118	33.206665	11.3316	-145.45301	37.434312	19.904177	0
21	118	33.7	11.627415	-148.35459	35.866303	19.070451	0
22	118	34.193335	11.95047	-151.52327	34.194525	18.181551	0
23	118	34.686665	12.303005	-154.97954	32.440489	17.248914	0
24	118	35.18	12.687765	-158.75294	30.60148	16.271096	0
25	118	35.673335	13.108145	-162.86966	28.658518	15.238005	0
26	118	36.166665	13.568435	-167.39627	26.573922	14.129605	0
27	118	36.66	14.074165	-172.34303	24.283255	12.911636	0
28	118	37.153335	14.63267	-177.82277	21.689552	11.53254	0
29	118	37.62752	15.22719	-183.6593	28.517546	15.163048	0
30	118	38.082555	15.865125	-189.91755	21.916401	11.653157	0
31	118	38.53759	16.585025	-196.97388	14.603836	7.7649973	0

11.7 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-319 pk 32+275

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Apply Phreatic Correction: No

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Piezometric Line

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

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 4 kPa

Phi: 21 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 30 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 24 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (57.81881, 17.2) m

Left-Zone Right Coordinate: (65, 15.65616) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (85.84261, 8.72419) m

Relazione di Calcolo e geotecnica

Verifiche di stabilità globale dei rilevati

Right-Zone Right Coordinate: (94, 8.65263) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9) m

Right Coordinate: (100, 8.6) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	1
	100	1

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.2	18.2
	62.4	18.2
	62.5	18.2

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato	3,10,9,8,7,6,5,4	328.145
Region 2	Ug1	2,1,12,11,10,3	257.74
Region 3	Ug2	13,1,12,14	760
Region 4	Ug3	13,15,16,14	2970

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	6.3
Point 2	0	9
Point 3	23	9
Point 4	27.5	12.2
Point 5	29.8	12.2
Point 6	37.1	17.2
Point 7	62.7	17.2
Point 8	70	12.3
Point 9	72	12.3
Point 10	77.2	8.8
Point 11	100	8.6
Point 12	100	6.3
Point 13	0	-1.3
Point 14	100	-1.3
Point 15	0	-31
Point 16	100	-31

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	2	1.308	(81.779, 45.853)	37.351	(57.8188, 17.2)	(85.8426, 8.72419)

Slices of Slip Surface: 2

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	2	58.27693	16.829045	-155.23174	19.79139	10.523269	0
2	2	59.19317	16.110215	-148.18408	29.260444	15.558054	0
3	2	60.109405	15.43598	-141.57774	38.242079	20.333674	0
4	2	61.02564	14.80342	-135.36566	46.868932	24.920653	0
5	2	61.94188	14.21003	-129.54623	55.25666	29.380488	0
6	2	62.45	13.892605	-126.43659	59.89908	31.848906	0
7	2	62.6	13.80253	-125.55342	45.724048	24.311908	0

8	2	63.15625	13.480235	-122.38946	46.258923	24.596306	0
9	2	64.06875	12.97204	-117.41175	45.423846	24.152287	0
10	2	64.98125	12.49655	-112.74711	44.253167	23.529826	0
11	2	65.89375	12.05238	-108.38646	42.718826	22.714003	0
12	2	66.80625	11.638305	-104.33273	40.784339	21.685418	0
13	2	67.71875	11.25325	-100.55319	38.404555	20.420064	0
14	2	68.63125	10.896255	-97.052623	35.529649	18.891449	0
15	2	69.54375	10.566465	-93.818134	32.108293	17.072282	0
16	2	70.5	10.249875	-90.713142	33.416367	17.767797	0
17	2	71.5	9.9483445	-87.756809	39.738697	21.12944	0
18	2	72.506955	9.675286	-85.078778	39.876676	21.202805	0
19	2	73.520865	9.4304265	-82.677499	33.326857	17.720204	0
20	2	74.534775	9.2152575	-80.566946	25.791021	13.713329	0
21	2	75.548685	9.029257	-78.743151	17.270922	9.1831121	0
22	2	76.562595	8.871985	-77.20036	7.8124237	4.1539394	0
23	2	77.134775	8.7923085	-76.420941	2.8809029	1.105875	4
24	2	77.680145	8.731125	-75.819382	3.2636564	1.2528003	4
25	2	78.640435	8.637626	-74.902088	5.037781	1.933823	4
26	2	79.600725	8.5690905	-74.230173	6.2438216	2.3967786	4
27	2	80.561015	8.525381	-73.800938	6.8630251	2.6344685	4
28	2	81.521305	8.5064105	-73.615597	6.8905673	2.645041	4
29	2	82.481595	8.512141	-73.671983	6.3368588	2.4324922	4
30	2	83.441885	8.542584	-73.969796	5.2269783	2.006449	4
31	2	84.402175	8.5978	-74.511662	3.5987481	1.38143	4
32	2	85.362465	8.6779	-75.296815	1.4992609	0.57551235	4

11.8 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-319 pk 32+275

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug2

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 30 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug3

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 24 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (57.81881, 17.2) m
Left-Zone Right Coordinate: (65, 15.65616) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (85.84261, 8.72419) m
Right-Zone Right Coordinate: (94, 8.65263) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9) m
Right Coordinate: (100, 8.6) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	1
	100	1

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³
Direction: Vertical

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.2	18.2
	62.4	18.2
	62.5	18.2

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0042

Vert Seismic Load: 0.0021

Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato	3,10,9,8,7,6,5,4	328.145
Region 2	Ug1	2,1,12,11,10,3	257.74
Region 3	Ug2	13,1,12,14	760
Region 4	Ug3	13,15,16,14	2970

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	6.3
Point 2	0	9
Point 3	23	9
Point 4	27.5	12.2
Point 5	29.8	12.2
Point 6	37.1	17.2
Point 7	62.7	17.2
Point 8	70	12.3
Point 9	72	12.3
Point 10	77.2	8.8
Point 11	100	8.6
Point 12	100	6.3
Point 13	0	-1.3
Point 14	100	-1.3
Point 15	0	-31
Point 16	100	-31

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	2	1.296	(81.779, 45.853)	37.351	(57.8188, 17.2)	(85.8426, 8.72419)

Slices of Slip Surface: 2

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	2	58.27693	16.829045	-155.23174	19.755765	10.504327	0
2	2	59.19317	16.110215	-148.18408	29.223937	15.538643	0
3	2	60.109405	15.43598	-141.57774	38.203855	20.31335	0
4	2	61.02564	14.80342	-135.36566	46.829914	24.899907	0
5	2	61.94188	14.21003	-129.54623	55.215972	29.358853	0
6	2	62.45	13.892605	-126.43659	59.858863	31.827522	0
7	2	62.6	13.80253	-125.55342	45.702596	24.300501	0
8	2	63.15625	13.480235	-122.38946	46.238975	24.585699	0
9	2	64.06875	12.97204	-117.41175	45.405514	24.14254	0
10	2	64.98125	12.49655	-112.74711	44.236527	23.520979	0
11	2	65.89375	12.05238	-108.38646	42.705932	22.707147	0
12	2	66.80625	11.638305	-104.33273	40.777311	21.681681	0
13	2	67.71875	11.25325	-100.55319	38.404555	20.420064	0
14	2	68.63125	10.896255	-97.052623	35.536829	18.895267	0
15	2	69.54375	10.566465	-93.818134	32.122789	17.07999	0
16	2	70.5	10.249875	-90.713142	33.442106	17.781483	0
17	2	71.5	9.9483445	-87.756809	39.784843	21.153976	0
18	2	72.506955	9.675286	-85.078778	39.936867	21.234809	0
19	2	73.520865	9.4304265	-82.677499	33.389378	17.753447	0
20	2	74.534775	9.2152575	-80.566946	25.851009	13.745225	0
21	2	75.548685	9.029257	-78.743151	17.32149	9.2099996	0
22	2	76.562595	8.871985	-77.20036	7.8474841	4.1725813	0
23	2	77.134775	8.7923085	-76.420941	2.9200756	1.120912	4
24	2	77.680145	8.731125	-75.819382	3.3038168	1.2682164	4

25	2	78.640435	8.637626	-74.902088	5.0811556	1.9504729	4
26	2	79.600725	8.5690905	-74.230173	6.2885236	2.413938	4
27	2	80.561015	8.525381	-73.800938	6.9067386	2.6512486	4
28	2	81.521305	8.5064105	-73.615597	6.9309708	2.6605504	4
29	2	82.481595	8.512141	-73.671983	6.3716338	2.445841	4
30	2	83.441885	8.542584	-73.969796	5.2542347	2.0169117	4
31	2	84.402175	8.5978	-74.511662	3.6171345	1.3884878	4
32	2	85.362465	8.6779	-75.296815	1.5077606	0.57877508	4

11.9 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-516 pk 36+975

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 4 kPa

Phi: 21 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (61.48154, 19.67686) m

Left-Zone Right Coordinate: (63.90867, 18.95129) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (86.67041, 8.49349) m

Right-Zone Right Coordinate: (89.98854, 8.49996) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 8) m

Right Coordinate: (100, 8.5195) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	-3.5
	100	-3.5

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.4	19.1
	37.4854	20.1
	62.7	20.7

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	496.36102
Region 2	Ug1	2,3,12,13,14,1	324.03578
Region 3	Sabbie e ghiai in matrice limosa	15,1,14,16	2500

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	5
Point 2	0	8
Point 3	18.9044	8
Point 4	27.8341	14.0172
Point 5	29.7631	14.0172
Point 6	37.4	19.1
Point 7	62.7733	19.7078
Point 8	70.3367	14.6682
Point 9	72.2898	14.6682
Point 10	79.8129	9.6528
Point 11	81.8223	9.6207
Point 12	83.5504	8.4874
Point 13	100	8.5195
Point 14	100	5
Point 15	0	-20
Point 16	100	-20

Critical Slip Surfaces

Relazione di Calcolo e geotecnica

Verifiche di stabilità globale dei rilevati

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	3	1.184	(81.768, 31.41)	23.435	(61.4815, 19.6769)	(86.6704, 8.49349)

Slices of Slip Surface: 3

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	3	62.09077	18.73133	-218.02446	20.622686	10.965276	0
2	3	62.73665	17.734795	-208.24891	19.408649	10.319762	0
3	3	63.19349	17.136965	-202.38682	22.644355	12.040217	0
4	3	64.03387	16.103315	-192.25282	27.640959	14.696959	0
5	3	64.874245	15.17914	-183.18416	31.771981	16.893462	0
6	3	65.71462	14.346475	-175.01697	35.256463	18.746194	0
7	3	66.555	13.592395	-167.62502	38.244349	20.334881	0
8	3	67.39538	12.907235	-160.9017	40.832494	21.711022	0
9	3	68.235755	12.28355	-154.79215	43.077581	22.904756	0
10	3	69.07613	11.71548	-149.21514	45.002598	23.928306	0
11	3	69.91651	11.198315	-144.14995	46.599553	24.777422	0
12	3	70.824975	10.694005	-139.20404	52.457303	27.892043	0
13	3	71.801525	10.206576	-134.42417	63.101051	33.551424	0
14	3	72.692915	9.8077245	-130.51085	68.939871	36.655979	0
15	3	73.49915	9.486339	-127.35712	69.278141	36.835841	0
16	3	74.305385	9.1988615	-124.53521	68.918812	36.644782	0
17	3	75.11162	8.943988	-122.03932	67.706732	36.000308	0
18	3	75.917855	8.720618	-119.84734	65.479151	34.815882	0
19	3	76.72409	8.5278275	-117.95714	62.084236	33.010774	0
20	3	77.574825	8.357556	-116.2851	55.853335	21.440087	4
21	3	78.470055	8.2125075	-114.85999	49.607882	19.042682	4
22	3	79.365285	8.1027355	-113.79216	41.75009	16.026358	4
23	3	80.31525	8.025393	-113.02993	38.106128	14.627572	4
24	3	81.31995	7.984587	-112.62992	38.786566	14.888768	4
25	3	82.254325	7.983958	-112.62312	32.41937	12.44463	4
26	3	83.118375	8.017877	-112.95578	19.394814	7.4449715	4
27	3	83.9404	8.0791405	-113.55702	11.589305	4.4487176	4
28	3	84.720405	8.164999	-114.39835	9.0922954	3.4902052	4
29	3	85.50041	8.2774705	-115.50174	6.0570161	2.3250707	4
30	3	86.28041	8.416945	-116.86999	2.5865432	0.99288091	4

11.10 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-516 pk 36+975

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters

Time(t) Units: Seconds

Relazione di Calcolo e geotecnica

Verifiche di stabilità globale dei rilevati

Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Ug1

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °
Pore Water Pressure
Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range
Left-Zone Left Coordinate: (61.48154, 19.67686) m
Left-Zone Right Coordinate: (63.90867, 18.95129) m
Left-Zone Increment: 4
Right Projection: Range
Right-Zone Left Coordinate: (86.67041, 8.49349) m
Right-Zone Right Coordinate: (89.98854, 8.49996) m
Right-Zone Increment: 4
Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 8) m
Right Coordinate: (100, 8.5195) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	-3.5
	100	-3.5

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	37.4	19.1
	37.4854	20.1
	62.7	20.7

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.012

Vert Seismic Load: 0.0058

Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	496.36102
Region 2	Ug1	2,3,12,13,14,1	324.03578
Region 3	Sabbie e ghiai in matrice limosa	15,1,14,16	2500

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	5
Point 2	0	8
Point 3	18.9044	8
Point 4	27.8341	14.0172
Point 5	29.7631	14.0172
Point 6	37.4	19.1
Point 7	62.7733	19.7078
Point 8	70.3367	14.6682
Point 9	72.2898	14.6682
Point 10	79.8129	9.6528
Point 11	81.8223	9.6207
Point 12	83.5504	8.4874
Point 13	100	8.5195
Point 14	100	5
Point 15	0	-20
Point 16	100	-20

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	3	1.152	(81.768, 31.41)	23.435	(61.4815, 19.6769)	(86.6704, 8.49349)

Slices of Slip Surface: 3

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	3	62.09077	18.73133	-218.02446	20.438209	10.867189	0
2	3	62.73665	17.734795	-208.24891	19.286848	10.254999	0
3	3	63.19349	17.136965	-202.38682	22.495722	11.961188	0
4	3	64.03387	16.103315	-192.25282	27.448139	14.594434	0
5	3	64.874245	15.17914	-183.18416	31.54197	16.771163	0
6	3	65.71462	14.346475	-175.01697	34.997326	18.608408	0
7	3	66.555	13.592395	-167.62502	37.965623	20.18668	0
8	3	67.39538	12.907235	-160.9017	40.543995	21.557624	0
9	3	68.235755	12.28355	-154.79215	42.79199	22.752905	0
10	3	69.07613	11.71548	-149.21514	44.733535	23.785242	0
11	3	69.91651	11.198315	-144.14995	46.36346	24.651889	0
12	3	70.824975	10.694005	-139.20404	52.266253	27.79046	0

13	3	71.801525	10.206576	-134.42417	62.986135	33.490322	0
14	3	72.692915	9.8077245	-130.51085	68.928435	36.649899	0
15	3	73.49915	9.486339	-127.35712	69.375626	36.887675	0
16	3	74.305385	9.1988615	-124.53521	69.131622	36.757935	0
17	3	75.11162	8.943988	-122.03932	68.032583	36.173566	0
18	3	75.917855	8.720618	-119.84734	65.907928	35.043867	0
19	3	76.72409	8.5278275	-117.95714	62.594175	33.281913	0
20	3	77.574825	8.357556	-116.2851	56.299529	21.611364	4
21	3	78.470055	8.2125075	-114.85999	50.098907	19.231169	4
22	3	79.365285	8.1027355	-113.79216	42.24566	16.21659	4
23	3	80.31525	8.025393	-113.02993	38.605812	14.819383	4
24	3	81.31995	7.984587	-112.62992	39.297073	15.084733	4
25	3	82.254325	7.983958	-112.62312	32.861379	12.614302	4
26	3	83.118375	8.017877	-112.95578	19.699844	7.5620615	4
27	3	83.9404	8.0791405	-113.55702	11.796102	4.5280995	4
28	3	84.720405	8.164999	-114.39835	9.2478399	3.5499131	4
29	3	85.50041	8.2774705	-115.50174	6.1583967	2.363987	4
30	3	86.28041	8.416945	-116.86999	2.6346006	1.0113284	4

11.11 Verifiche di stabilità globale condizioni statiche sez-605 pk 38+850

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W
Method: Morgenstern-Price
Settings
Apply Phreatic Correction: No
Side Function
Interslice force function option: Half-Sine
PWP Conditions Source: Piezometric Line
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
Optimize Critical Slip Surface Location: No
Tension Crack
Tension Crack Option: (none)
FOS Distribution
FOS Calculation Option: Constant
Advanced
Number of Slices: 30
Optimization Tolerance: 0.01
Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m
Optimization Maximum Iterations: 2000
Optimization Convergence Tolerance: 1e-007
Starting Optimization Points: 8
Ending Optimization Points: 16
Complete Passes per Insertion: 1
Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °
Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °
Phi-B: 0 °

Ug5

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 31 °
Phi-B: 0 °

Fin

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18.5 kN/m³
Cohesion: 4 kPa
Phi: 21 °
Phi-B: 0 °

bonifica

Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 34 °

Phi-B: 0 °

Terreno vegetale

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 20 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (93.86918, 18.7) m

Left-Zone Right Coordinate: (98, 17.8274) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (113.21714, 9) m

Right-Zone Right Coordinate: (115, 9) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9) m

Right Coordinate: (137, 9) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	7
	137	7

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	23.5	18.7
	23.5	19.7
	96.5	19.7

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0

Vert Seismic Load: 0

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	bonifica	19,3,10,20,18,17	106.63311
Region 2	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10	868.98
Region 3	Ug5	1,13,14,12,18,17	1507
Region 4	Fin	13,15,16,14	822
Region 5	Terreno vegetale	17,19,2,1	6.6663
Region 6	Terreno vegetale	20,11,12,18	23.700595

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	8
Point 2	0	9
Point 3	7	9
Point 4	14.1	13.7
Point 5	16	13.7
Point 6	23.5	18.7
Point 7	96.7	18.7
Point 8	104	13.8
Point 9	106	13.8
Point 10	113	9
Point 11	137	9
Point 12	137	8
Point 13	0	-3
Point 14	137	-3

Point 15	0	-9
Point 16	137	-9
Point 17	7.3326	8
Point 18	112.59881	8
Point 19	6	9
Point 20	114	9

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	83	1.127	(112.809, 26.773)	17.794	(97.0874, 18.44)	(113.663, 9)

Slices of Slip Surface: 83

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	83	97.35326	17.973015	0	2.7131949	1.4426313	0
2	83	97.885	17.096035	0	7.6646311	4.0753566	0
3	83	98.41674	16.31995	0	11.680452	6.2106066	0
4	83	98.94848	15.62338	0	15.015049	7.983643	0
5	83	99.48022	14.99207	0	17.845037	9.4883747	0
6	83	100.01195	14.415935	0	20.296658	10.791924	0
7	83	100.5437	13.88753	0	22.460967	11.942708	0
8	83	101.07545	13.401165	0	24.402511	12.975045	0
9	83	101.60715	12.952375	0	26.164988	13.912171	0
10	83	102.1389	12.5376	0	27.771566	14.766404	0
11	83	102.67065	12.15394	0	29.232197	15.543035	0
12	83	103.2024	11.79899	0	30.54321	16.240113	0
13	83	103.73415	11.47075	0	31.684852	16.847135	0
14	83	104.25	11.17589	0	34.918001	18.56623	0
15	83	104.75	10.911675	0	40.459084	21.512477	0
16	83	105.25	10.667315	0	46.09191	24.507503	0
17	83	105.75	10.44192	0	51.772512	27.527933	0
18	83	106.2707	10.226895	0	54.726833	29.098773	0
19	83	106.8121	10.023013	0	54.543681	29.00139	0
20	83	107.3535	9.8388865	0	53.703202	28.554499	0
21	83	107.8949	9.673882	0	52.104932	27.704684	0
22	83	108.4363	9.527448	0	49.666648	26.408225	0
23	83	108.97765	9.3991145	0	46.340254	24.63955	0
24	83	109.519	9.288483	0	42.118956	22.395046	0
25	83	110.0604	9.1952185	0	37.04948	19.699558	0
26	83	110.6018	9.1190455	0	31.223991	16.602091	0
27	83	111.1432	9.0597435	0	24.785764	13.178824	0
28	83	111.6846	9.017143	0	17.906796	9.5212124	0
29	83	112.2165	8.991296	0	11.078573	7.472592	0
30	83	112.73885	8.9815605	0	3.9155469	2.6410697	0
31	83	113.33145	8.9902645	0	0.19873605	0.13404916	0

11.12 Verifiche di stabilità globale condizioni sismiche sez-605 pk 38+850

SLOPE/W Analysis

Report generated using GeoStudio 2007, version 7.17. Copyright © 1991-2010 GEO-SLOPE International Ltd.

Project Settings

Length(L) Units: meters
Time(t) Units: Seconds
Force(F) Units: kN
Pressure(p) Units: kPa
Strength Units: kPa
Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³
View: 2D

Analysis Settings

Relazione di Calcolo e geotecnica
Verifiche di stabilità globale dei rilevati

SLOPE/W Analysis

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Apply Phreatic Correction: No

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions Source: Piezometric Line

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

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack

Tension Crack Option: (none)

FOS Distribution

FOS Calculation Option: Constant

Advanced

Number of Slices: 30

Optimization Tolerance: 0.01

Minimum Slip Surface Depth: 0.1 m

Optimization Maximum Iterations: 2000

Optimization Convergence Tolerance: 1e-007

Starting Optimization Points: 8

Ending Optimization Points: 16

Complete Passes per Insertion: 1

Driving Side Maximum Convex Angle: 5 °

Resisting Side Maximum Convex Angle: 1 °

Materials

Rilevato

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 28 °

Phi-B: 0 °

Ug5

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 31 °

Phi-B: 0 °

Fin

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 4 kPa

Phi: 21 °

Phi-B: 0 °

bonifica

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 34 °

Phi-B: 0 °

Terreno vegetale

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 18.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 20 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: Range

Left-Zone Left Coordinate: (93.86918, 18.7) m

Left-Zone Right Coordinate: (98, 17.8274) m

Left-Zone Increment: 4

Right Projection: Range

Right-Zone Left Coordinate: (113.21714, 9) m

Right-Zone Right Coordinate: (115, 9) m

Right-Zone Increment: 4

Radius Increments: 4

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (0, 9) m

Right Coordinate: (137, 9) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	0	7
	137	7

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Normal

Coordinates

	X (m)	Y (m)
	23.5	18.7
	23.5	19.7
	96.5	19.7

Seismic Loads

Horz Seismic Load: 0.0093

Vert Seismic Load: 0.0046

Ignore seismic load in strength: No

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	bonifica	19,3,10,20,18,17	106.63311
Region 2	Rilevato	3,4,5,6,7,8,9,10	868.98
Region 3	Ug5	1,13,14,12,18,17	1507
Region 4	Fin	13,15,16,14	822
Region 5	Terreno vegetale	17,19,2,1	6.6663
Region 6	Terreno vegetale	20,11,12,18	23.700595

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	0	8
Point 2	0	9
Point 3	7	9
Point 4	14.1	13.7
Point 5	16	13.7
Point 6	23.5	18.7
Point 7	96.7	18.7
Point 8	104	13.8
Point 9	106	13.8
Point 10	113	9
Point 11	137	9
Point 12	137	8
Point 13	0	-3
Point 14	137	-3
Point 15	0	-9
Point 16	137	-9
Point 17	7.3326	8
Point 18	112.59881	8
Point 19	6	9
Point 20	114	9

Critical Slip Surfaces

	Slip Surface	FOS	Center (m)	Radius (m)	Entry (m)	Exit (m)
1	83	1.104	(112.809, 26.773)	17.794	(97.0874, 18.44)	(113.663, 9)

Slices of Slip Surface: 83

	Slip Surface	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
1	83	97.35326	17.973015	0	2.6980275	1.4345667	0

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

2	83	97.885	17.096035	0	7.6179748	4.050549	0
3	83	98.41674	16.31995	0	11.603091	6.1694729	0
4	83	98.94848	15.62338	0	14.907781	7.926608	0
5	83	99.48022	14.99207	0	17.711773	9.4175165	0
6	83	100.01195	14.415935	0	20.141203	10.709267	0
7	83	100.5437	13.88753	0	22.28797	11.850724	0
8	83	101.07545	13.401165	0	24.218746	12.877336	0
9	83	101.60715	12.952375	0	25.975058	13.811183	0
10	83	102.1389	12.5376	0	27.583463	14.666387	0
11	83	102.67065	12.15394	0	29.05448	15.448541	0
12	83	103.2024	11.79899	0	30.384923	16.15595	0
13	83	103.73415	11.47075	0	31.555447	16.778329	0
14	83	104.25	11.17589	0	34.81806	18.513091	0
15	83	104.75	10.911675	0	40.398461	21.480243	0
16	83	105.25	10.667315	0	46.082858	24.50269	0
17	83	105.75	10.44192	0	51.831259	27.559169	0
18	83	106.2707	10.226895	0	54.860824	29.170018	0
19	83	106.8121	10.023013	0	54.7541	29.113271	0
20	83	107.3535	9.8388865	0	53.980983	28.702198	0
21	83	107.8949	9.673882	0	52.436901	27.881195	0
22	83	108.4363	9.527448	0	50.035477	26.604335	0
23	83	108.97765	9.3991145	0	46.720847	24.841915	0
24	83	109.519	9.288483	0	42.487449	22.590977	0
25	83	110.0604	9.1952185	0	37.38344	19.877128	0
26	83	110.6018	9.1190455	0	31.508079	16.753143	0
27	83	111.1432	9.0597435	0	25.004602	13.295183	0
28	83	111.6846	9.017143	0	18.057771	9.601487	0
29	83	112.2165	8.991296	0	11.176155	7.5384117	0
30	83	112.73885	8.9815605	0	3.9452202	2.6610847	0
31	83	113.33145	8.9902645	0	0.20006306	0.13494424	0

11.13 Azioni agenti nei nodi della fondazione della barriera di esazione

joint	x	y	F _N [kN]	M _x [kN]	M _y [kN]
P-1	-0,50	-2,10	3,341	41,92955	20,3801
P-2	0,00	-2,10	8,614	103,7987	52,5454
P-3	0,73	-2,10	10,898	123,41985	66,4778
P-4	1,45	-2,10	6,776	71,8256	41,3336
P-5	1,60	-2,10	6,358	66,4411	38,7838
P-6	2,28	-2,10	9,872	96,4988	60,2192
P-7	2,95	-2,10	6,458	58,7678	39,3938
P-8	3,20	-2,10	5,523	48,87855	33,6903
P-9	3,75	-2,10	8,098	67,2134	49,3978
P-10	4,41	-2,10	8,438	64,445225	51,4718
P-11	5,08	-2,10	8,067	56,267325	49,2087
P-12	5,74	-2,10	7,73	48,795625	47,153
P-13	6,40	-2,10	7,311	41,30715	44,5971
P-14	7,04	-2,10	6,951	34,82451	42,4011
P-15	7,68	-2,10	6,767	29,57179	41,2787
P-16	8,32	-2,10	6,656	24,82688	40,6016
P-17	8,96	-2,10	6,615	20,44035	40,3515
P-18	9,60	-2,10	6,427	15,74615	39,2047
P-19	10,20	-2,10	6,282	11,6217	38,3202
P-20	10,80	-2,10	6,389	7,98625	38,9729
P-21	11,40	-2,10	6,54	4,251	39,894
P-22	12,00	-2,10	3,362	0,1681	20,5082
P-23	14,10	-2,10	4,077	-8,35785	24,8697
P-24	14,82	-2,10	7,771	-21,52567	47,4031
P-25	15,54	-2,10	7,504	-26,18896	45,7744
P-26	16,26	-2,10	7,433	-31,29293	45,3413
P-27	16,98	-2,10	7,528	-37,11304	45,9208
P-28	17,70	-2,10	7,419	-41,91735	45,2559
P-29	18,36	-2,10	7,329	-46,26431	44,7069
P-30	19,03	-2,10	7,59	-52,94025	46,299
P-31	19,69	-2,10	7,9	-60,33625	48,19
P-32	20,35	-2,10	7,527	-62,4741	45,9147
P-33	20,90	-2,10	5,108	-45,2058	31,1588
P-34	21,15	-2,10	5,953	-54,1723	36,3133
P-35	21,83	-2,10	8,808	-86,0982	53,7288
P-36	22,50	-2,10	5,409	-56,52405	32,9949
P-37	22,65	-2,10	5,727	-60,7062	34,9347
P-38	23,38	-2,10	9,355	-105,9454	57,0655
P-39	24,10	-2,10	8,314	-100,1837	50,7154

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-40	24,60	-2,10	3,496	-43,8748	21,3256
P-41	-0,50	-1,60	7,027	88,18885	39,3512
P-42	0,00	-1,60	18,174	218,9967	101,7744
P-43	0,73	-1,60	23,089	261,48293	129,2984
P-44	1,45	-1,60	14,513	153,8378	81,2728
P-45	1,60	-1,60	13,715	143,32175	76,804
P-46	2,28	-1,60	22,065	215,68538	123,564
P-47	2,95	-1,60	14,99	136,409	83,944
P-48	3,20	-1,60	12,862	113,8287	72,0272
P-49	3,75	-1,60	19,045	158,0735	106,652
P-50	4,41	-1,60	20,057	153,18534	112,3192
P-51	5,08	-1,60	19,366	135,07785	108,4496
P-52	5,74	-1,60	18,759	118,41619	105,0504
P-53	6,40	-1,60	17,908	101,1802	100,2848
P-54	7,04	-1,60	17,137	85,85637	95,9672
P-55	7,68	-1,60	16,762	73,24994	93,8672
P-56	8,32	-1,60	16,548	61,72404	92,6688
P-57	8,96	-1,60	16,513	51,02517	92,4728
P-58	9,60	-1,60	16,09	39,4205	90,104
P-59	10,20	-1,60	15,743	29,12455	88,1608
P-60	10,80	-1,60	16,012	20,015	89,6672
P-61	11,40	-1,60	16,392	10,6548	91,7952
P-62	12,00	-1,60	8,428	0,4214	47,1968
P-63	14,10	-1,60	10,237	-20,98585	57,3272
P-64	14,82	-1,60	19,476	-53,94852	109,0656
P-65	15,54	-1,60	18,769	-65,50381	105,1064
P-66	16,26	-1,60	18,554	-78,11234	103,9024
P-67	16,98	-1,60	18,743	-92,40299	104,9608
P-68	17,70	-1,60	18,381	-103,8527	102,9336
P-69	18,36	-1,60	18,018	-113,7386	100,9008
P-70	19,03	-1,60	18,483	-128,9189	103,5048
P-71	19,69	-1,60	19,045	-145,4562	106,652
P-72	20,35	-1,60	17,994	-149,3502	100,7664
P-73	20,90	-1,60	12,144	-107,4744	68,0064
P-74	21,15	-1,60	14,15	-128,765	79,24
P-75	21,83	-1,60	20,73	-202,6358	116,088
P-76	22,50	-1,60	12,728	-133,0076	71,2768
P-77	22,65	-1,60	13,467	-142,7502	75,4152
P-78	23,38	-1,60	21,813	-247,0322	122,1528
P-79	24,10	-1,60	18,882	-227,5281	105,7392
P-80	24,60	-1,60	7,955	-99,83525	44,548
P-81	-0,50	-0,93	6,885	86,40675	33,90863
P-82	0,00	-0,93	18,198	219,2859	89,62515
P-83	0,73	-0,93	23,847	270,06728	117,4465

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-84	1,45	-0,93	15,497	164,2682	76,32273
P-85	1,60	-0,93	14,742	154,0539	72,60435
P-86	2,28	-0,93	24,688	241,3252	121,5884
P-87	2,95	-0,93	16,95	154,245	83,47875
P-88	3,20	-0,93	14,601	129,21885	71,90993
P-89	3,75	-0,93	21,788	180,8404	107,3059
P-90	4,41	-0,93	23,295	177,91556	114,7279
P-91	5,08	-0,93	22,808	159,0858	112,3294
P-92	5,74	-0,93	22,448	141,703	110,5564
P-93	6,40	-0,93	21,706	122,6389	106,9021
P-94	7,04	-0,93	20,888	104,64888	102,8734
P-95	7,68	-0,93	20,478	89,48886	100,8542
P-96	8,32	-0,93	20,298	75,71154	99,96765
P-97	8,96	-0,93	20,398	63,02982	100,4602
P-98	9,60	-0,93	19,968	48,9216	98,3424
P-99	10,20	-0,93	19,532	36,1342	96,1951
P-100	10,80	-0,93	19,831	24,78875	97,66768
P-101	11,40	-0,93	20,325	13,21125	100,1006
P-102	12,00	-0,93	10,488	0,5244	51,6534
P-103	14,10	-0,93	12,792	-26,2236	63,0006
P-104	14,82	-0,93	24,141	-66,87057	118,8944
P-105	15,54	-0,93	23,132	-80,73068	113,9251
P-106	16,26	-0,93	22,833	-96,12693	112,4525
P-107	16,98	-0,93	23,095	-113,8584	113,7429
P-108	17,70	-0,93	22,587	-127,6166	111,241
P-109	18,36	-0,93	21,903	-138,2627	107,8723
P-110	19,03	-0,93	22,148	-154,4823	109,0789
P-111	19,69	-0,93	22,558	-172,2867	111,0982
P-112	20,35	-0,93	21,12	-175,296	104,016
P-113	20,90	-0,93	14,122	-124,9797	69,55085
P-114	21,15	-0,93	16,363	-148,9033	80,58778
P-115	21,83	-0,93	23,829	-232,9285	117,3578
P-116	22,50	-0,93	14,458	-151,0861	71,20565
P-117	22,65	-0,93	15,301	-162,1906	75,35743
P-118	23,38	-0,93	24,995	-283,0684	123,1004
P-119	24,10	-0,93	20,81	-250,7605	102,4893
P-120	24,60	-0,93	8,744	-109,7372	43,0642
P-121	-0,50	-0,25	4,533	56,88915	19,26525
P-122	0,00	-0,25	11,974	144,2867	50,8895
P-123	0,73	-0,25	15,626	176,96445	66,4105
P-124	1,45	-0,25	10,229	108,4274	43,47325
P-125	1,60	-0,25	9,784	102,2428	41,582
P-126	2,28	-0,25	16,466	160,95515	69,9805
P-127	2,95	-0,25	11,432	104,0312	48,586

P-128	3,20	-0,25	9,885	87,48225	42,01125
P-129	3,75	-0,25	14,851	123,2633	63,11675
P-130	4,41	-0,25	15,988	122,10835	67,949
P-131	5,08	-0,25	15,834	110,44215	67,2945
P-132	5,74	-0,25	15,834	99,952125	67,2945
P-133	6,40	-0,25	15,573	87,98745	66,18525
P-134	7,04	-0,25	14,951	74,90451	63,54175
P-135	7,68	-0,25	14,635	63,95495	62,19875
P-136	8,32	-0,25	14,557	54,29761	61,86725
P-137	8,96	-0,25	14,738	45,54042	62,6365
P-138	9,60	-0,25	14,565	35,68425	61,90125
P-139	10,20	-0,25	14,161	26,19785	60,18425
P-140	10,80	-0,25	14,314	17,8925	60,8345
P-141	11,40	-0,25	14,71	9,5615	62,5175
P-142	12,00	-0,25	7,657	0,38285	32,54225
P-143	14,10	-0,25	9,394	-19,2577	39,9245
P-144	14,82	-0,25	17,461	-48,36697	74,20925
P-145	15,54	-0,25	16,64	-58,0736	70,72
P-146	16,26	-0,25	16,401	-69,04821	69,70425
P-147	16,98	-0,25	16,655	-82,10915	70,78375
P-148	17,70	-0,25	16,39	-92,6035	69,6575
P-149	18,36	-0,25	15,641	-98,73381	66,47425
P-150	19,03	-0,25	15,59	-108,7403	66,2575
P-151	19,69	-0,25	15,738	-120,199	66,8865
P-152	20,35	-0,25	14,673	-121,7859	62,36025
P-153	20,90	-0,25	9,789	-86,63265	41,60325
P-154	21,15	-0,25	11,299	-102,8209	48,02075
P-155	21,83	-0,25	16,242	-158,7656	69,0285
P-156	22,50	-0,25	9,787	-102,2742	41,59475
P-157	22,65	-0,25	10,353	-109,7418	44,00025
P-158	23,38	-0,25	16,977	-192,2645	72,15225
P-159	24,10	-0,25	14,24	-171,592	60,52
P-160	24,60	-0,25	5,778	-72,5139	24,5565
P-161	-0,50	0,00	5,092	63,9046	20,368
P-162	0,00	0,00	13,445	162,01225	53,78
P-163	0,73	0,00	17,542	198,66315	70,168
P-164	1,45	0,00	11,458	121,4548	45,832
P-165	1,60	0,00	10,93	114,2185	43,72
P-166	2,28	0,00	18,464	180,4856	73,856
P-167	2,95	0,00	12,868	117,0988	51,472
P-168	3,20	0,00	11,181	98,95185	44,724
P-169	3,75	0,00	16,777	139,2491	67,108
P-170	4,41	0,00	18,114	138,34568	72,456
P-171	5,08	0,00	17,996	125,5221	71,984

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-172	5,74	0,00	18,042	113,89013	72,168
P-173	6,40	0,00	17,927	101,28755	71,708
P-174	7,04	0,00	17,107	85,70607	68,428
P-175	7,68	0,00	16,774	73,30238	67,096
P-176	8,32	0,00	16,703	62,30219	66,812
P-177	8,96	0,00	16,918	52,27662	67,672
P-178	9,60	0,00	16,844	41,2678	67,376
P-179	10,20	0,00	16,268	30,0958	65,072
P-180	10,80	0,00	16,45	20,5625	65,8
P-181	11,40	0,00	16,895	10,98175	67,58
P-182	12,00	0,00	8,841	0,44205	35,364
P-183	14,10	0,00	10,864	-22,2712	43,456
P-184	14,82	0,00	20,045	-55,52465	80,18
P-185	15,54	0,00	19,121	-66,73229	76,484
P-186	16,26	0,00	18,833	-79,28693	75,332
P-187	16,98	0,00	19,095	-94,13835	76,38
P-188	17,70	0,00	18,931	-106,9602	75,724
P-189	18,36	0,00	17,879	-112,8612	71,516
P-190	19,03	0,00	17,787	-124,0643	71,148
P-191	19,69	0,00	17,912	-136,8029	71,648
P-192	20,35	0,00	16,659	-138,2697	66,636
P-193	20,90	0,00	11,171	-98,86335	44,684
P-194	21,15	0,00	12,82	-116,662	51,28
P-195	21,83	0,00	18,364	-179,5081	73,456
P-196	22,50	0,00	11,053	-115,5039	44,212
P-197	22,65	0,00	11,691	-123,9246	46,764
P-198	23,38	0,00	19,164	-217,0323	76,656
P-199	24,10	0,00	16,132	-194,3906	64,528
P-200	24,60	0,00	6,529	-81,93895	26,116
P-201	-0,50	0,80	7,533	94,53915	24,1056
P-202	0,00	0,80	19,837	239,03585	63,4784
P-203	0,73	0,80	25,772	291,8679	82,4704
P-204	1,45	0,80	16,709	177,1154	53,4688
P-205	1,60	0,80	15,936	166,5312	50,9952
P-206	2,28	0,80	27,106	264,96115	86,7392
P-207	2,95	0,80	18,96	172,536	60,672
P-208	3,20	0,80	16,439	145,48515	52,6048
P-209	3,75	0,80	24,979	207,3257	79,9328
P-210	4,41	0,80	27,227	207,94621	87,1264
P-211	5,08	0,80	27,214	189,81765	87,0848
P-212	5,74	0,80	27,308	172,38175	87,3856
P-213	6,40	0,80	26,825	151,56125	85,84
P-214	7,04	0,80	26,125	130,88625	83,6
P-215	7,68	0,80	25,849	112,96013	82,7168

P-216	8,32	0,80	25,831	96,34963	82,6592
P-217	8,96	0,80	26,105	80,66445	83,536
P-218	9,60	0,80	25,644	62,8278	82,0608
P-219	10,20	0,80	25,123	46,47755	80,3936
P-220	10,80	0,80	25,5	31,875	81,6
P-221	11,40	0,80	26,118	16,9767	83,5776
P-222	12,00	0,80	13,454	0,6727	43,0528
P-223	14,10	0,80	16,414	-33,6487	52,5248
P-224	14,82	0,80	31,027	-85,94479	99,2864
P-225	15,54	0,80	29,733	-103,7682	95,1456
P-226	16,26	0,80	29,205	-122,9531	93,456
P-227	16,98	0,80	29,327	-144,5821	93,8464
P-228	17,70	0,80	28,4	-160,46	90,88
P-229	18,36	0,80	27,205	-171,7316	87,056
P-230	19,03	0,80	27,103	-189,0434	86,7296
P-231	19,69	0,80	27,166	-207,4803	86,9312
P-232	20,35	0,80	25,023	-207,6909	80,0736
P-233	20,90	0,80	16,516	-146,1666	52,8512
P-234	21,15	0,80	19,069	-173,5279	61,0208
P-235	21,83	0,80	27,465	-268,4704	87,888
P-236	22,50	0,80	16,533	-172,7699	52,9056
P-237	22,65	0,80	17,481	-185,2986	55,9392
P-238	23,38	0,80	28,592	-323,8044	91,4944
P-239	24,10	0,80	23,852	-287,4166	76,3264
P-240	24,60	0,80	9,663	-121,2707	30,9216
P-241	-0,50	1,60	7,431	93,25905	17,8344
P-242	0,00	1,60	19,493	234,89065	46,7832
P-243	0,73	1,60	25,208	285,4806	60,4992
P-244	1,45	1,60	16,264	172,3984	39,0336
P-245	1,60	1,60	15,511	162,08995	37,2264
P-246	2,28	1,60	26,411	258,16753	63,3864
P-247	2,95	1,60	18,506	168,4046	44,4144
P-248	3,20	1,60	16,083	142,33455	38,5992
P-249	3,75	1,60	24,517	203,4911	58,8408
P-250	4,41	1,60	26,849	205,05924	64,4376
P-251	5,08	1,60	26,872	187,4322	64,4928
P-252	5,74	1,60	26,88	169,68	64,512
P-253	6,40	1,60	26,384	149,0696	63,3216
P-254	7,04	1,60	25,848	129,49848	62,0352
P-255	7,68	1,60	25,783	112,67171	61,8792
P-256	8,32	1,60	25,826	96,33098	61,9824
P-257	8,96	1,60	26,019	80,39871	62,4456
P-258	9,60	1,60	25,514	62,5093	61,2336
P-259	10,20	1,60	25,067	46,37395	60,1608

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-260	10,80	1,60	25,54	31,925	61,296
P-261	11,40	1,60	26,112	16,9728	62,6688
P-262	12,00	1,60	13,372	0,6686	32,0928
P-263	14,10	1,60	16,194	-33,1977	38,8656
P-264	14,82	1,60	31,008	-85,89216	74,4192
P-265	15,54	1,60	29,9	-104,351	71,76
P-266	16,26	1,60	29,285	-123,2899	70,284
P-267	16,98	1,60	29,093	-143,4285	69,8232
P-268	17,70	1,60	27,929	-157,7989	67,0296
P-269	18,36	1,60	26,799	-169,1687	64,3176
P-270	19,03	1,60	26,822	-187,0835	64,3728
P-271	19,69	1,60	26,863	-205,1662	64,4712
P-272	20,35	1,60	24,611	-204,2713	59,0664
P-273	20,90	1,60	16,211	-143,4674	38,9064
P-274	21,15	1,60	18,703	-170,1973	44,8872
P-275	21,83	1,60	27,084	-264,7461	65,0016
P-276	22,50	1,60	16,34	-170,753	39,216
P-277	22,65	1,60	17,272	-183,0832	41,4528
P-278	23,38	1,60	28,148	-318,7761	67,5552
P-279	24,10	1,60	23,343	-281,2832	56,0232
P-280	24,60	1,60	9,397	-117,9324	22,5528
P-281	-0,50	2,40	7,525	94,43875	12,04
P-282	0,00	2,40	19,701	237,39705	31,5216
P-283	0,73	2,40	25,319	286,73768	40,5104
P-284	1,45	2,40	16,288	172,6528	26,0608
P-285	1,60	2,40	15,524	162,2258	24,8384
P-286	2,28	2,40	26,382	257,88405	42,2112
P-287	2,95	2,40	18,488	168,2408	29,5808
P-288	3,20	2,40	16,071	142,22835	25,7136
P-289	3,75	2,40	24,519	203,5077	39,2304
P-290	4,41	2,40	26,871	205,22726	42,9936
P-291	5,08	2,40	26,876	187,4601	43,0016
P-292	5,74	2,40	26,854	169,51588	42,9664
P-293	6,40	2,40	26,36	148,934	42,176
P-294	7,04	2,40	25,86	129,5586	41,376
P-295	7,68	2,40	25,854	112,98198	41,3664
P-296	8,32	2,40	25,936	96,74128	41,4976
P-297	8,96	2,40	26,14	80,7726	41,824
P-298	9,60	2,40	25,656	62,8572	41,0496
P-299	10,20	2,40	25,24	46,694	40,384
P-300	10,80	2,40	25,758	32,1975	41,2128
P-301	11,40	2,40	26,362	17,1353	42,1792
P-302	12,00	2,40	13,504	0,6752	21,6064
P-303	14,10	2,40	16,296	-33,4068	26,0736

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-304	14,82	2,40	31,262	-86,59574	50,0192
P-305	15,54	2,40	30,158	-105,2514	48,2528
P-306	16,26	2,40	29,452	-123,9929	47,1232
P-307	16,98	2,40	29,129	-143,606	46,6064
P-308	17,70	2,40	27,891	-157,5842	44,6256
P-309	18,36	2,40	26,746	-168,8341	42,7936
P-310	19,03	2,40	26,807	-186,9788	42,8912
P-311	19,69	2,40	26,879	-205,2884	43,0064
P-312	20,35	2,40	24,643	-204,5369	39,4288
P-313	20,90	2,40	16,269	-143,9807	26,0304
P-314	21,15	2,40	18,799	-171,0709	30,0784
P-315	21,83	2,40	27,28	-266,662	43,648
P-316	22,50	2,40	16,481	-172,2265	26,3696
P-317	22,65	2,40	17,422	-184,6732	27,8752
P-318	23,38	2,40	28,312	-320,6334	45,2992
P-319	24,10	2,40	23,352	-281,3916	37,3632
P-320	24,60	2,40	9,363	-117,5057	14,9808
P-321	-0,50	3,20	7,844	98,4422	6,2752
P-322	0,00	3,20	20,417	246,02485	16,3336
P-323	0,73	3,20	26,107	295,66178	20,8856
P-324	1,45	3,20	16,747	177,5182	13,3976
P-325	1,60	3,20	15,957	166,75065	12,7656
P-326	2,28	3,20	27,087	264,77543	21,6696
P-327	2,95	3,20	18,944	172,3904	15,1552
P-328	3,20	3,20	16,455	145,62675	13,164
P-329	3,75	3,20	25,054	207,9482	20,0432
P-330	4,41	3,20	27,391	209,19876	21,9128
P-331	5,08	3,20	27,372	190,9197	21,8976
P-332	5,74	3,20	27,364	172,73525	21,8912
P-333	6,40	3,20	26,869	151,80985	21,4952
P-334	7,04	3,20	26,355	132,03855	21,084
P-335	7,68	3,20	26,334	115,07958	21,0672
P-336	8,32	3,20	26,432	98,59136	21,1456
P-337	8,96	3,20	26,69	82,4721	21,352
P-338	9,60	3,20	26,242	64,2929	20,9936
P-339	10,20	3,20	25,86	47,841	20,688
P-340	10,80	3,20	26,446	33,0575	21,1568
P-341	11,40	3,20	27,156	17,6514	21,7248
P-342	12,00	3,20	13,965	0,69825	11,172
P-343	14,10	3,20	16,869	-34,58145	13,4952
P-344	14,82	3,20	32,137	-89,01949	25,7096
P-345	15,54	3,20	30,811	-107,5304	24,6488
P-346	16,26	3,20	30,014	-126,3589	24,0112
P-347	16,98	3,20	29,692	-146,3816	23,7536

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-348	17,70	3,20	28,438	-160,6747	22,7504
P-349	18,36	3,20	27,271	-172,1482	21,8168
P-350	19,03	3,20	27,329	-190,6198	21,8632
P-351	19,69	3,20	27,457	-209,7028	21,9656
P-352	20,35	3,20	25,283	-209,8489	20,2264
P-353	20,90	3,20	16,745	-148,1933	13,396
P-354	21,15	3,20	19,371	-176,2761	15,4968
P-355	21,83	3,20	28,179	-275,4497	22,5432
P-356	22,50	3,20	17,019	-177,8486	13,6152
P-357	22,65	3,20	17,984	-190,6304	14,3872
P-358	23,38	3,20	29,168	-330,3276	23,3344
P-359	24,10	3,20	23,98	-288,959	19,184
P-360	24,60	3,20	9,589	-120,342	7,6712
P-361	-0,50	4,00	8,273	103,82615	0
P-362	0,00	4,00	21,401	257,88205	0
P-363	0,73	4,00	27,258	308,69685	0
P-364	1,45	4,00	17,49	185,394	0
P-365	1,60	4,00	16,653	174,02385	0
P-366	2,28	4,00	28,256	276,2024	0
P-367	2,95	4,00	19,747	179,6977	0
P-368	3,20	4,00	17,116	151,4766	0
P-369	3,75	4,00	25,955	215,4265	0
P-370	4,41	4,00	28,205	215,41569	0
P-371	5,08	4,00	28,16	196,416	0
P-372	5,74	4,00	28,28	178,5175	0
P-373	6,40	4,00	27,854	157,3751	0
P-374	7,04	4,00	27,238	136,46238	0
P-375	7,68	4,00	27,083	118,35271	0
P-376	8,32	4,00	27,182	101,38886	0
P-377	8,96	4,00	27,586	85,24074	0
P-378	9,60	4,00	27,232	66,7184	0
P-379	10,20	4,00	26,838	49,6503	0
P-380	10,80	4,00	27,433	34,29125	0
P-381	11,40	4,00	28,312	18,4028	0
P-382	12,00	4,00	14,702	0,7351	0
P-383	14,10	4,00	17,858	-36,6089	0
P-384	14,82	4,00	33,428	-92,59556	0
P-385	15,54	4,00	31,716	-110,6888	0
P-386	16,26	4,00	30,85	-129,8785	0
P-387	16,98	4,00	30,701	-151,3559	0
P-388	17,70	4,00	29,558	-167,0027	0
P-389	18,36	4,00	28,266	-178,4291	0
P-390	19,03	4,00	28,197	-196,6741	0
P-391	19,69	4,00	28,369	-216,6682	0

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-392	20,35	4,00	26,307	-218,3481	0
P-393	20,90	4,00	17,502	-154,8927	0
P-394	21,15	4,00	20,291	-184,6481	0
P-395	21,83	4,00	29,53	-288,6558	0
P-396	22,50	4,00	17,819	-186,2086	0
P-397	22,65	4,00	18,831	-199,6086	0
P-398	23,38	4,00	30,399	-344,2687	0
P-399	24,10	4,00	24,921	-300,2981	0
P-400	24,60	4,00	9,962	-125,0231	0
P-401	-0,50	4,80	7,747	97,22485	-6,1976
P-402	0,00	4,80	19,997	240,96385	-15,9976
P-403	0,73	4,80	25,296	286,4772	-20,2368
P-404	1,45	4,80	16,317	172,9602	-13,0536
P-405	1,60	4,80	15,587	162,88415	-12,4696
P-406	2,28	4,80	26,217	256,27118	-20,9736
P-407	2,95	4,80	18,403	167,4673	-14,7224
P-408	3,20	4,80	16,044	141,9894	-12,8352
P-409	3,75	4,80	24,021	199,3743	-19,2168
P-410	4,41	4,80	25,956	198,23895	-20,7648
P-411	5,08	4,80	25,904	180,6804	-20,7232
P-412	5,74	4,80	26,132	164,95825	-20,9056
P-413	6,40	4,80	26,091	147,41415	-20,8728
P-414	7,04	4,80	25,173	126,11673	-20,1384
P-415	7,68	4,80	24,911	108,86107	-19,9288
P-416	8,32	4,80	25,001	93,25373	-20,0008
P-417	8,96	4,80	25,481	78,73629	-20,3848
P-418	9,60	4,80	25,469	62,39905	-20,3752
P-419	10,20	4,80	24,838	45,9503	-19,8704
P-420	10,80	4,80	25,332	31,665	-20,2656
P-421	11,40	4,80	26,259	17,06835	-21,0072
P-422	12,00	4,80	13,868	0,6934	-11,0944
P-423	14,10	4,80	16,926	-34,6983	-13,5408
P-424	14,82	4,80	30,904	-85,60408	-24,7232
P-425	15,54	4,80	29,136	-101,6846	-23,3088
P-426	16,26	4,80	28,334	-119,2861	-22,6672
P-427	16,98	4,80	28,36	-139,8148	-22,688
P-428	17,70	4,80	27,757	-156,8271	-22,2056
P-429	18,36	4,80	26,188	-165,3118	-20,9504
P-430	19,03	4,80	26,011	-181,4267	-20,8088
P-431	19,69	4,80	26,195	-200,0643	-20,956
P-432	20,35	4,80	24,442	-202,8686	-19,5536
P-433	20,90	4,80	16,473	-145,7861	-13,1784
P-434	21,15	4,80	18,985	-172,7635	-15,188
P-435	21,83	4,80	27,502	-268,8321	-22,0016

P-436	22,50	4,80	16,715	-174,6718	-13,372
P-437	22,65	4,80	17,596	-186,5176	-14,0768
P-438	23,38	4,80	28,159	-318,9007	-22,5272
P-439	24,10	4,80	23,123	-278,6322	-18,4984
P-440	24,60	4,80	9,204	-115,5102	-7,3632
P-441	-0,50	5,44	6,934	87,0217	-9,98496
P-442	0,00	5,44	17,822	214,7551	-25,6637
P-443	0,73	5,44	22,554	255,42405	-32,4778
P-444	1,45	5,44	14,433	152,9898	-20,7835
P-445	1,60	5,44	13,739	143,57255	-19,7842
P-446	2,28	5,44	23,279	227,55223	-33,5218
P-447	2,95	5,44	16,274	148,0934	-23,4346
P-448	3,20	5,44	14,108	124,8558	-20,3155
P-449	3,75	5,44	21,361	177,2963	-30,7598
P-450	4,41	5,44	23,178	177,02198	-33,3763
P-451	5,08	5,44	23,14	161,4015	-33,3216
P-452	5,74	5,44	23,267	146,87294	-33,5045
P-453	6,40	5,44	22,952	129,6788	-33,0509
P-454	7,04	5,44	22,409	112,26909	-32,269
P-455	7,68	5,44	22,248	97,22376	-32,0371
P-456	8,32	5,44	22,325	83,27225	-32,148
P-457	8,96	5,44	22,679	70,07811	-32,6578
P-458	9,60	5,44	22,42	54,929	-32,2848
P-459	10,20	5,44	22,08	40,848	-31,7952
P-460	10,80	5,44	22,567	28,20875	-32,4965
P-461	11,40	5,44	23,342	15,1723	-33,6125
P-462	12,00	5,44	12,168	0,6084	-17,5219
P-463	14,10	5,44	14,734	-30,2047	-21,217
P-464	14,82	5,44	27,43	-75,9811	-39,4992
P-465	15,54	5,44	25,971	-90,63879	-37,3982
P-466	16,26	5,44	25,29	-106,4709	-36,4176
P-467	16,98	5,44	25,257	-124,517	-36,3701
P-468	17,70	5,44	24,411	-137,9222	-35,1518
P-469	18,36	5,44	23,347	-147,3779	-33,6197
P-470	19,03	5,44	23,288	-162,4338	-33,5347
P-471	19,69	5,44	23,458	-179,1605	-33,7795
P-472	20,35	5,44	21,806	-180,9898	-31,4006
P-473	20,90	5,44	14,539	-128,6702	-20,9362
P-474	21,15	5,44	16,858	-153,4078	-24,2755
P-475	21,83	5,44	24,521	-239,6928	-35,3102
P-476	22,50	5,44	14,777	-154,4197	-21,2789
P-477	22,65	5,44	15,605	-165,413	-22,4712
P-478	23,38	5,44	25,077	-283,997	-36,1109
P-479	24,10	5,44	20,454	-246,4707	-29,4538

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-480	24,60	5,44	8,144	-102,2072	-11,7274
P-481	-0,50	6,08	6,889	86,45695	-14,3291
P-482	0,00	6,08	17,686	213,1163	-36,7869
P-483	0,73	6,08	22,309	252,64943	-46,4027
P-484	1,45	6,08	14,2	150,52	-29,536
P-485	1,60	6,08	13,52	141,284	-28,1216
P-486	2,28	6,08	22,908	223,9257	-47,6486
P-487	2,95	6,08	16,01	145,691	-33,3008
P-488	3,20	6,08	13,898	122,9973	-28,9078
P-489	3,75	6,08	21,126	175,3458	-43,9421
P-490	4,41	6,08	23,047	176,02146	-47,9378
P-491	5,08	6,08	23,021	160,57148	-47,8837
P-492	5,74	6,08	23,052	145,51575	-47,9482
P-493	6,40	6,08	22,654	127,9951	-47,1203
P-494	7,04	6,08	22,18	111,1218	-46,1344
P-495	7,68	6,08	22,107	96,60759	-45,9826
P-496	8,32	6,08	22,178	82,72394	-46,1302
P-497	8,96	6,08	22,434	69,32106	-46,6627
P-498	9,60	6,08	22,099	54,14255	-45,9659
P-499	10,20	6,08	21,792	40,3152	-45,3274
P-500	10,80	6,08	22,309	27,88625	-46,4027
P-501	11,40	6,08	22,994	14,9461	-47,8275
P-502	12,00	6,08	11,9	0,595	-24,752
P-503	14,10	6,08	14,295	-29,30475	-29,7336
P-504	14,82	6,08	26,972	-74,71244	-56,1018
P-505	15,54	6,08	25,737	-89,82213	-53,533
P-506	16,26	6,08	25,121	-105,7594	-52,2517
P-507	16,98	6,08	25,018	-123,3387	-52,0374
P-508	17,70	6,08	24,111	-136,2272	-50,1509
P-509	18,36	6,08	23,169	-146,2543	-48,1915
P-510	19,03	6,08	23,234	-162,0572	-48,3267
P-511	19,69	6,08	23,407	-178,771	-48,6866
P-512	20,35	6,08	21,666	-179,8278	-45,0653
P-513	20,90	6,08	14,411	-127,5374	-29,9749
P-514	21,15	6,08	16,695	-151,9245	-34,7256
P-515	21,83	6,08	24,313	-237,6596	-50,571
P-516	22,50	6,08	14,64	-152,988	-30,4512
P-517	22,65	6,08	15,45	-163,77	-32,136
P-518	23,38	6,08	24,826	-281,1545	-51,6381
P-519	24,10	6,08	20,17	-243,0485	-41,9536
P-520	24,60	6,08	8,01	-100,5255	-16,6608
P-521	-0,50	6,72	6,826	85,6663	-18,5667
P-522	0,00	6,72	17,489	210,74245	-47,5701
P-523	0,73	6,72	21,977	248,88953	-59,7774

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-524	1,45	6,72	13,953	147,9018	-37,9522
P-525	1,60	6,72	13,277	138,74465	-36,1134
P-526	2,28	6,72	22,502	219,95705	-61,2054
P-527	2,95	6,72	15,758	143,3978	-42,8618
P-528	3,20	6,72	13,694	121,1919	-37,2477
P-529	3,75	6,72	20,854	173,0882	-56,7229
P-530	4,41	6,72	22,779	173,97461	-61,9589
P-531	5,08	6,72	22,756	158,7231	-61,8963
P-532	5,74	6,72	22,765	143,70406	-61,9208
P-533	6,40	6,72	22,354	126,3001	-60,8029
P-534	7,04	6,72	21,872	109,57872	-59,4918
P-535	7,68	6,72	21,79	95,2223	-59,2688
P-536	8,32	6,72	21,845	81,48185	-59,4184
P-537	8,96	6,72	22,075	68,21175	-60,044
P-538	9,60	6,72	21,724	53,2238	-59,0893
P-539	10,20	6,72	21,402	39,5937	-58,2134
P-540	10,80	6,72	21,879	27,34875	-59,5109
P-541	11,40	6,72	22,505	14,62825	-61,2136
P-542	12,00	6,72	11,622	0,5811	-31,6118
P-543	14,10	6,72	13,905	-28,50525	-37,8216
P-544	14,82	6,72	26,349	-72,98673	-71,6693
P-545	15,54	6,72	25,253	-88,13297	-68,6882
P-546	16,26	6,72	24,736	-104,1386	-67,2819
P-547	16,98	6,72	24,704	-121,7907	-67,1949
P-548	17,70	6,72	23,864	-134,8316	-64,9101
P-549	18,36	6,72	22,973	-145,0171	-62,4866
P-550	19,03	6,72	23,067	-160,8923	-62,7422
P-551	19,69	6,72	23,249	-177,5642	-63,2373
P-552	20,35	6,72	21,518	-178,5994	-58,529
P-553	20,90	6,72	14,314	-126,6789	-38,9341
P-554	21,15	6,72	16,587	-150,9417	-45,1166
P-555	21,83	6,72	24,163	-236,1933	-65,7234
P-556	22,50	6,72	14,542	-151,9639	-39,5542
P-557	22,65	6,72	15,341	-162,6146	-41,7275
P-558	23,38	6,72	24,582	-278,3912	-66,863
P-559	24,10	6,72	19,936	-240,2288	-54,2259
P-560	24,60	6,72	7,9	-99,145	-21,488
P-561	-0,50	7,36	6,769	84,95095	-22,7438
P-562	0,00	7,36	17,299	208,45295	-58,1246
P-563	0,73	7,36	21,654	245,23155	-72,7574
P-564	1,45	7,36	13,714	145,3684	-46,079
P-565	1,60	7,36	13,048	136,3516	-43,8413
P-566	2,28	7,36	22,143	216,44783	-74,4005
P-567	2,95	7,36	15,571	141,6961	-52,3186

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-568	3,20	7,36	13,53	119,7405	-45,4608
P-569	3,75	7,36	20,581	170,8223	-69,1522
P-570	4,41	7,36	22,4	171,08	-75,264
P-571	5,08	7,36	22,351	155,89823	-75,0994
P-572	5,74	7,36	22,407	141,44419	-75,2875
P-573	6,40	7,36	22,029	124,46385	-74,0174
P-574	7,04	7,36	21,463	107,52963	-72,1157
P-575	7,68	7,36	21,275	92,97175	-71,484
P-576	8,32	7,36	21,305	79,46765	-71,5848
P-577	8,96	7,36	21,588	66,70692	-72,5357
P-578	9,60	7,36	21,28	52,136	-71,5008
P-579	10,20	7,36	20,898	38,6613	-70,2173
P-580	10,80	7,36	21,283	26,60375	-71,5109
P-581	11,40	7,36	21,888	14,2272	-73,5437
P-582	12,00	7,36	11,33	0,5665	-38,0688
P-583	14,10	7,36	13,554	-27,7857	-45,5414
P-584	14,82	7,36	25,581	-70,85937	-85,9522
P-585	15,54	7,36	24,517	-85,56433	-82,3771
P-586	16,26	7,36	24,123	-101,5578	-81,0533
P-587	16,98	7,36	24,304	-119,8187	-81,6614
P-588	17,70	7,36	23,672	-133,7468	-79,5379
P-589	18,36	7,36	22,791	-143,8682	-76,5778
P-590	19,03	7,36	22,86	-159,4485	-76,8096
P-591	19,69	7,36	23,08	-176,2735	-77,5488
P-592	20,35	7,36	21,421	-177,7943	-71,9746
P-593	20,90	7,36	14,279	-126,3692	-47,9774
P-594	21,15	7,36	16,569	-150,7779	-55,6718
P-595	21,83	7,36	24,169	-236,252	-81,2078
P-596	22,50	7,36	14,572	-152,2774	-48,9619
P-597	22,65	7,36	15,38	-163,028	-51,6768
P-598	23,38	7,36	24,612	-278,7309	-82,6963
P-599	24,10	7,36	19,868	-239,4094	-66,7565
P-600	24,60	7,36	7,847	-98,47985	-26,3659
P-601	-0,50	8,00	4,694	58,9097	-18,776
P-602	0,00	8,00	11,896	143,3468	-47,584
P-603	0,73	8,00	14,811	167,73458	-59,244
P-604	1,45	8,00	9,37	99,322	-37,48
P-605	1,60	8,00	8,913	93,14085	-35,652
P-606	2,28	8,00	15,12	147,798	-60,48
P-607	2,95	8,00	10,679	97,1789	-42,716
P-608	3,20	8,00	9,329	82,56165	-37,316
P-609	3,75	8,00	14,03	116,449	-56,12
P-610	4,41	8,00	15,184	115,9678	-60,736
P-611	5,08	8,00	15,102	105,33645	-60,408

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-612	5,74	8,00	15,134	95,533375	-60,536
P-613	6,40	8,00	15,025	84,89125	-60,1
P-614	7,04	8,00	14,431	72,29931	-57,724
P-615	7,68	8,00	14,235	62,20695	-56,94
P-616	8,32	8,00	14,23	53,0779	-56,92
P-617	8,96	8,00	14,436	44,60724	-57,744
P-618	9,60	8,00	14,38	35,231	-57,52
P-619	10,20	8,00	13,955	25,81675	-55,82
P-620	10,80	8,00	14,169	17,71125	-56,676
P-621	11,40	8,00	14,578	9,4757	-58,312
P-622	12,00	8,00	7,624	0,3812	-30,496
P-623	14,10	8,00	9,141	-18,73905	-36,564
P-624	14,82	8,00	17,032	-47,17864	-68,128
P-625	15,54	8,00	16,347	-57,05103	-65,388
P-626	16,26	8,00	16,154	-68,00834	-64,616
P-627	16,98	8,00	16,406	-80,88158	-65,624
P-628	17,70	8,00	16,303	-92,11195	-65,212
P-629	18,36	8,00	15,565	-98,25406	-62,26
P-630	19,03	8,00	15,66	-109,2285	-62,64
P-631	19,69	8,00	15,908	-121,4974	-63,632
P-632	20,35	8,00	14,875	-123,4625	-59,5
P-633	20,90	8,00	9,997	-88,47345	-39,988
P-634	21,15	8,00	11,566	-105,2506	-46,264
P-635	21,83	8,00	16,946	-165,6472	-67,784
P-636	22,50	8,00	10,287	-107,4992	-41,148
P-637	22,65	8,00	10,854	-115,0524	-43,416
P-638	23,38	8,00	17,257	-195,4355	-69,028
P-639	24,10	8,00	13,872	-167,1576	-55,488
P-640	24,60	8,00	5,455	-68,46025	-21,82
P-641	-0,50	8,25	4,947	62,08485	-21,0248
P-642	0,00	8,25	12,238	147,4679	-52,0115
P-643	0,73	8,25	15,285	173,10263	-64,9613
P-644	1,45	8,25	9,667	102,4702	-41,0848
P-645	1,60	8,25	9,195	96,08775	-39,0788
P-646	2,28	8,25	15,582	152,31405	-66,2235
P-647	2,95	8,25	10,982	99,9362	-46,6735
P-648	3,20	8,25	9,547	84,49095	-40,5748
P-649	3,75	8,25	14,421	119,6943	-61,2893
P-650	4,41	8,25	15,574	118,94643	-66,1895
P-651	5,08	8,25	15,458	107,81955	-65,6965
P-652	5,74	8,25	15,472	97,667	-65,756
P-653	6,40	8,25	15,236	86,0834	-64,753
P-654	7,04	8,25	14,713	73,71213	-62,5303
P-655	7,68	8,25	14,493	63,33441	-61,5953

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-656	8,32	8,25	14,477	53,99921	-61,5273
P-657	8,96	8,25	14,683	45,37047	-62,4028
P-658	9,60	8,25	14,527	35,59115	-61,7398
P-659	10,20	8,25	14,18	26,233	-60,265
P-660	10,80	8,25	14,389	17,98625	-61,1533
P-661	11,40	8,25	14,81	9,6265	-62,9425
P-662	12,00	8,25	7,708	0,3854	-32,759
P-663	14,10	8,25	9,229	-18,91945	-39,2233
P-664	14,82	8,25	17,32	-47,9764	-73,61
P-665	15,54	8,25	16,631	-58,04219	-70,6818
P-666	16,26	8,25	16,462	-69,30502	-69,9635
P-667	16,98	8,25	16,764	-82,64652	-71,247
P-668	17,70	8,25	16,575	-93,64875	-70,4438
P-669	18,36	8,25	15,988	-100,9243	-67,949
P-670	19,03	8,25	16,135	-112,5416	-68,5738
P-671	19,69	8,25	16,452	-125,6522	-69,921
P-672	20,35	8,25	15,435	-128,1105	-65,5988
P-673	20,90	8,25	10,363	-91,71255	-44,0428
P-674	21,15	8,25	12,028	-109,4548	-51,119
P-675	21,83	8,25	17,663	-172,6558	-75,0678
P-676	22,50	8,25	10,785	-112,7033	-45,8363
P-677	22,65	8,25	11,351	-120,3206	-48,2418
P-678	23,38	8,25	18,024	-204,1218	-76,602
P-679	24,10	8,25	14,458	-174,2189	-61,4465
P-680	24,60	8,25	5,677	-71,24635	-24,1273
P-681	-0,50	8,93	7,442	93,3971	-36,6519
P-682	0,00	8,93	17,901	215,70705	-88,1624
P-683	0,73	8,93	21,8	246,885	-107,365
P-684	1,45	8,93	13,825	146,545	-68,0881
P-685	1,60	8,93	13,142	137,3339	-64,7244
P-686	2,28	8,93	22,138	216,39895	-109,03
P-687	2,95	8,93	15,456	140,6496	-76,1208
P-688	3,20	8,93	13,395	118,54575	-65,9704
P-689	3,75	8,93	20,194	167,6102	-99,4555
P-690	4,41	8,93	21,722	165,90178	-106,981
P-691	5,08	8,93	21,401	149,27198	-105,4
P-692	5,74	8,93	21,18	133,69875	-104,312
P-693	6,40	8,93	20,593	116,35045	-101,421
P-694	7,04	8,93	19,941	99,90441	-98,2094
P-695	7,68	8,93	19,674	85,97538	-96,8945
P-696	8,32	8,93	19,601	73,11173	-96,5349
P-697	8,96	8,93	19,749	61,02441	-97,2638
P-698	9,60	8,93	19,38	47,481	-95,4465
P-699	10,20	8,93	19,012	35,1722	-93,6341

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-700	10,80	8,93	19,362	24,2025	-95,3579
P-701	11,40	8,93	19,885	12,92525	-97,9336
P-702	12,00	8,93	10,274	0,5137	-50,5995
P-703	14,10	8,93	12,251	-25,11455	-60,3362
P-704	14,82	8,93	23,339	-64,64903	-114,945
P-705	15,54	8,93	22,578	-78,79722	-111,197
P-706	16,26	8,93	22,445	-94,49345	-110,542
P-707	16,98	8,93	22,869	-112,7442	-112,63
P-708	17,70	8,93	22,594	-127,6561	-111,275
P-709	18,36	8,93	22,201	-140,1438	-109,34
P-710	19,03	8,93	22,804	-159,0579	-112,31
P-711	19,69	8,93	23,577	-180,0693	-116,117
P-712	20,35	8,93	22,338	-185,4054	-110,015
P-713	20,90	8,93	15,061	-133,2899	-74,1754
P-714	21,15	8,93	17,557	-159,7687	-86,4682
P-715	21,83	8,93	26,015	-254,2966	-128,124
P-716	22,50	8,93	15,801	-165,1205	-77,8199
P-717	22,65	8,93	16,701	-177,0306	-82,2524
P-718	23,38	8,93	26,65	-301,8113	-131,251
P-719	24,10	8,93	21,278	-256,3999	-104,794
P-720	24,60	8,93	8,328	-104,5164	-41,0154
P-721	-0,50	9,60	6,665	83,64575	-37,324
P-722	0,00	9,60	16,059	193,51095	-89,9304
P-723	0,73	9,60	18,465	209,11613	-103,404
P-724	1,45	9,60	11,787	124,9422	-66,0072
P-725	1,60	9,60	11,202	117,0609	-62,7312
P-726	2,28	9,60	18,683	182,62633	-104,625
P-727	2,95	9,60	12,995	118,2545	-72,772
P-728	3,20	9,60	11,205	99,16425	-62,748
P-729	3,75	9,60	16,745	138,9835	-93,772
P-730	4,41	9,60	17,858	136,39048	-100,005
P-731	5,08	9,60	17,413	121,45568	-97,5128
P-732	5,74	9,60	17,023	107,45769	-95,3288
P-733	6,40	9,60	16,39	92,6035	-91,784
P-734	7,04	9,60	15,806	79,18806	-88,5136
P-735	7,68	9,60	15,571	68,04527	-87,1976
P-736	8,32	9,60	15,456	57,65088	-86,5536
P-737	8,96	9,60	15,481	47,83629	-86,6936
P-738	9,60	9,60	15,132	37,0734	-84,7392
P-739	10,20	9,60	14,849	27,47065	-83,1544
P-740	10,80	9,60	15,148	18,935	-84,8288
P-741	11,40	9,60	15,551	10,10815	-87,0856
P-742	12,00	9,60	8,016	0,4008	-44,8896
P-743	14,10	9,60	9,551	-19,57955	-53,4856

Collegamento tra l'A4 (Torino-Milano) in località Santhià, Biella, Gattinara e
l'A26 (Genova Voltri-Gravellona) in località Ghemme.

Lotto 1

Progetto Definitivo

P-744	14,82	9,60	18,351	-50,83227	-102,766
P-745	15,54	9,60	17,883	-62,41167	-100,145
P-746	16,26	9,60	17,863	-75,20323	-100,033
P-747	16,98	9,60	18,268	-90,06124	-102,301
P-748	17,70	9,60	18,197	-102,8131	-101,903
P-749	18,36	9,60	18,161	-114,6413	-101,702
P-750	19,03	9,60	19,012	-132,6087	-106,467
P-751	19,69	9,60	20,012	-152,8417	-112,067
P-752	20,35	9,60	19,267	-159,9161	-107,895
P-753	20,90	9,60	13,073	-115,6961	-73,2088
P-754	21,15	9,60	15,279	-139,0389	-85,5624
P-755	21,83	9,60	22,825	-223,1144	-127,82
P-756	22,50	9,60	14,925	-155,9663	-83,58
P-757	22,65	9,60	15,833	-167,8298	-88,6648
P-758	23,38	9,60	25,544	-289,2858	-143,046
P-759	24,10	9,60	20,483	-246,8202	-114,705
P-760	24,60	9,60	8,041	-100,9146	-45,0296
P-761	-0,50	10,10	2,898	36,3699	-17,6778
P-762	0,00	10,10	6,988	84,2054	-42,6268
P-763	0,73	10,10	8,024	90,8718	-48,9464
P-764	1,45	10,10	4,902	51,9612	-29,9022
P-765	1,60	10,10	4,655	48,64475	-28,3955
P-766	2,28	10,10	7,767	75,922425	-47,3787
P-767	2,95	10,10	5,358	48,7578	-32,6838
P-768	3,20	10,10	4,618	40,8693	-28,1698
P-769	3,75	10,10	6,863	56,9629	-41,8643
P-770	4,41	10,10	7,254	55,402425	-44,2494
P-771	5,08	10,10	7,009	48,887775	-42,7549
P-772	5,74	10,10	6,791	42,868188	-41,4251
P-773	6,40	10,10	6,489	36,66285	-39,5829
P-774	7,04	10,10	6,225	31,18725	-37,9725
P-775	7,68	10,10	6,108	26,69196	-37,2588
P-776	8,32	10,10	6,041	22,53293	-36,8501
P-777	8,96	10,10	6,029	18,62961	-36,7769
P-778	9,60	10,10	5,879	14,40355	-35,8619
P-779	10,20	10,10	5,765	10,66525	-35,1665
P-780	10,80	10,10	5,882	7,3525	-35,8802
P-781	11,40	10,10	6,043	3,92795	-36,8623
P-782	12,00	10,10	3,117	0,15585	-19,0137
P-783	14,10	10,10	3,722	-7,6301	-22,7042
P-784	14,82	10,10	7,166	-19,84982	-43,7126
P-785	15,54	10,10	7,009	-24,46141	-42,7549
P-786	16,26	10,10	7,035	-29,61735	-42,9135
P-787	16,98	10,10	7,241	-35,69813	-44,1701

P-788	17,70	10,10	7,282	-41,1433	-44,4202
P-789	18,36	10,10	7,36	-46,46	-44,896
P-790	19,03	10,10	7,835	-54,64913	-47,7935
P-791	19,69	10,10	8,367	-63,90296	-51,0387
P-792	20,35	10,10	8,113	-67,3379	-49,4893
P-793	20,90	10,10	5,667	-50,15295	-34,5687
P-794	21,15	10,10	6,762	-61,5342	-41,2482
P-795	21,83	10,10	10,632	-103,9278	-64,8552
P-796	22,50	10,10	6,909	-72,19905	-42,1449
P-797	22,65	10,10	7,379	-78,2174	-45,0119
P-798	23,38	10,10	12	-135,9	-73,2
P-799	24,10	10,10	9,628	-116,0174	-58,7308
P-800	24,60	10,10	3,782	-47,4641	-23,0702