

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



CUP: J71H92000020011

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

SCALA:



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

I Q 0 1 0 1 R 2 6 R H R I 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Settembre 2021	N. Carella	Settembre 2021	M. Berlingieri	Settembre 2021	A. Perego Settembre 2021



File IQ0101R26RHRI0000002A

n. Elab.:



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	2 di 52

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	5
3.1	UNITÀ GEOTECNICHE.....	5
3.2	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	5
4	FALDA	6
5	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI STRADALI	7
5.1	CRITERI GENERALI DI VERIFICA	7
5.2	VERIFICHE DI SICUREZZA PER OPERE IN MATERIALI SCIOLTI.....	8
	<i>Stati limite ultimi</i>	<i>8</i>
	<i>Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche.....</i>	<i>10</i>
5.3	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	12
5.4	CARICHI MOBILI DA TRAFFICO STRADALE	14
6	RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ	15
7	STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI.....	17
8	CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO	25
9	APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO	27
9.1	SEZIONE TIPO – STATICA.....	27
9.2	SEZIONE TIPO – SISMICA	38
9.3	SEZIONE TIPO - CEDIMENTI.....	49



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

3 di 52

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano i predimensionamenti e le verifiche geotecniche relative ai rilevati stradali nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Definitivo del quadruplicamento ferroviario Tortona-Voghera, appartenente alla linea Milano-Genova.

In particolare nella presente relazione sono affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche;
- Valutazione dei cedimenti dei rilevati e del loro decorso nel tempo;
- Verifiche di stabilità delle scarpate dei rilevati;

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA					
	QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA					
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	4 di 52

2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni. I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [DC1]. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- [DC2]. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;
- [DC3]. RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (31 Dicembre 2020);
- [DC4]. RFI DTC SI CS MA IFS 001 E - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (31 Dicembre 2020);
- [DC5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.

2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [DC6]. IQ01.0.1.R.26.RB.GE.00.0.5.001° Relazione Geotecnica generale
- [DC7]. IQ01.0.1.R.26.F6.GE.00.0.5.001A ÷ IQ01.0.1.R.26.F6.GE.00.0.5.009° Profili geotecnici di linea

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

3.1 UNITÀ GEOTECNICHE

Lungo il tracciato dalle indagine eseguite sono state intercettate le seguenti unità geotecniche procedendo a partire dal p.c. fino alla massima profondità investigata:

- **RIPORTI [R]:** Rappresentano i depositi sciolti, in genere a predominanza grossolana ghiaioso – sabbiosa, che costituiscono gli alvei attuali attivi dei corsi d’acqua principali.
- **GHIAIE SABBIO-LIMOSE [G (L,S)]:** Tali alluvioni sono costituite per lo più da terreni grossolani ghiaiosi in matrice sabbio-limosa
- **LIMO ARGILLOSO SABBIOSO [L (A,S)].** La quasi totalità del previsto tracciato ferroviario si imposta direttamente su terreni ascrivibili a questa formazione. Tali depositi, a prevalenza argilloso limosa, più o meno sabbiosa, sono attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali e in parte al Fluviale Recente.

Le principali caratteristiche delle unità geotecniche intercettate, si presentano praticamente omogenee (nell’ambito della normale variabilità geotecnica) lungo tutto lo sviluppo del tracciato.

A valle dell’interpretazione delle prove geotecniche in sito e dell’elaborazione dei risultati delle prove di laboratorio si riportano nel successivo paragrafo le caratteristiche fisiche e meccaniche delle unità geotecniche.

3.2 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano le caratteristiche geotecniche di progetto per le varie unità geotecniche.

Unità	Profondità [m da p.c.]	γ [kN/m ³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kPa]	c_{uk} [kPa]	K [m/s]	Eed [kPa]	Cc [-]	Cs [-]
R	0-5	20.0	23-24	10-20	50-90	-	-	-	-
G(S,L)	0-15	19.5	41-43	0.0	-	5x10 ⁻⁵	-	-	-
	>15		38-40	0.0	-				
L(A,S)	0-15	19.5	26-27	10-15	60-110	1.5x10 ⁻⁶	6700-10500	0.2-0.3	0.04-0.07
	>15		26-27	12-21	90-145				
Mar	>10	20.0	26-30	30-50	150-210	10 ⁻⁸	-	-	-



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	6 di 52

unità	Profondità [m da p.c.]	Modulo elastico dinamico	Modulo di Young operativo 1	Modulo di Young operativo 2
		E_0 [MPa]	$E_{op.1} = E_0 / 10$ [MPa]	$E_{op.2} = E_0 / 5$ [MPa]
R	0-5	75-680	7.5-68	15-136
G(S,L)	0-15	790-1150	79-115	158-230
	>15	54×Z	5.4×Z	11×Z
L(A,S)	0-15	265-395	26-39	53-79
	>15	28×Z	2.8×Z	5.6×Z
Mar	>10	1400-1600	140-160	280-320

Tabella 1 PARAMETRI DI RESISTENZA (sopra) e DEFORMABILITA' (sotto)

4 FALDA

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in corrispondenza di ciascun piezometro il livello massimo e minimo rilevato ed è rappresentato graficamente l'andamento massimo del livello di progetto lungo il tracciato da considerare per il dimensionamento delle opere definitive a lungo termine.

In generale il livello massimo della falda è variabile lungo il tracciato con andamento oscillante tra 10 m di profondità da p.c e 15 m da p.c..

Per il dimensionamento delle opere si farà riferimento al valore di falda delle indagini più vicine, in accordo a quanto riportato nel profilo geotecnico.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

7 di 52

5 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI RILEVATI STRADALI

Si riportano di seguito le necessarie verifiche geotecniche dei rilevati, prendendo come riferimento due particolari sezioni considerate le più gravose per altezza, dimensioni e condizioni stratigrafiche dell'intera linea in progetto.

La sezione scelte per queste analisi è quella in corrispondenza del cavalcaferrovia IV02 al km 64+200 circa della progressiva di tracciato.

E' stato quindi studiato sia lo stato limite ultimo valutando le condizioni di equilibrio limite delle opere in terra, che il loro comportamento in fase di esercizio ovvero valutando i cedimenti attesi.

5.1 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

Per le opere in esame devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- E_d = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- R_d = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare (si vedano i paragrafi seguenti). Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche.

Per ogni Stato Limite d'Esercizio (SLE) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d$$

dove:

E_d = valore di progetto dell'effetto dell'azione;

C_d = valore limite prescritto dell'effetto delle azioni (definito Progettista Strutturale).

La verifica della condizione $E_d \leq C_d$ deve essere effettuata impiegando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dei materiali.

5.2 VERIFICHE DI SICUREZZA PER OPERE IN MATERIALI SCIOLTI

Sulla base di quanto prescritto dalle NTC 2018 le verifiche di sicurezza che devono essere eseguite per opere costituite da materiali sciolti sono le seguenti.

Stati limite ultimi

Le verifiche di stabilità in campo statico di opere in materiali sciolti, quali rilevati, devono essere eseguite secondo il seguente approccio:

Approccio 1:

- Combinazione 2 : A2 + M2 + R2

tenendo conto dei coefficienti parziali sotto definiti.

La verifica di stabilità globale si ritiene soddisfatta se:

$$\frac{R_d}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{1}{\gamma_R} \cdot \frac{R}{E_d} \geq 1 \Rightarrow \frac{R}{E_d} \geq \gamma_R$$

essendo R resistenza globale del sistema, calcolata sulla base delle azioni di progetto, dei parametri di progetto e della geometria di progetto.

La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi costruttive ed al termine della costruzione.

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali in Tabella 2

		Coefficiente	EQU	A1 STR	A2 GEO	Comb. eccezionale	Comb. Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00

Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico	Favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20	0,20
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00

Tabella 2: coefficienti parziali sulle azioni

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;
- γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	γ_{Cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.0	1.0

Tabella 3: coefficienti parziali di sicurezza sui parametri meccanici dei terreni

PARAMETRO	Coefficiente parziale	
Resistenza	γ_R	1.1

Tabella 4: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni statiche)

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 (γ_R) in condizioni SLU statiche, quindi il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare è $FS \geq 1.1$.

In condizioni sismiche le verifiche di sicurezza sono mirate a controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione $Ed < Rd$ [6.2.1] delle NTC 2018) impiegando lo stesso approccio delle condizioni statiche SLU (§ 6.8.2 delle NTC 2018) Combinazione (A2+M2+R2), ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 delle NTC 2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA					
	QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA					
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	10 di 52

Stati limite di riferimento per le verifiche sismiche

Le NTC-2018 stabiliscono differenti Stati Limite (sia d'Esercizio che Ultimi) in funzione, in primo luogo, dell'importanza dell'opera mediante l'identificazione della Classe d'Uso e poi in funzione del danno conseguente ad un certo Stato Limite. In particolare si definiscono i seguenti Stati Limite di Esercizio e Ultimi, come riportato al par. 3.2.1:

Stati Limite di Esercizio (SLE):

- Stato Limite di immediata Operatività **SLO** per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico. Tale stato limite non si applica per l'opera in oggetto.
- Stato Limite di Danno **SLD** definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Stati Limite Ultimi (SLU):

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, **SLV**, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso, **SLC**, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

La tabella che segue riporta, in funzione della classe d'uso della struttura, lo stato limite da considerare in funzione della verifica di sicurezza appropriata per l'opera. Con riferimento all'opera in oggetto, le verifiche geotecniche in presenza di un evento sismico richiedono la verifica ai seguenti stati limite:

Stato Limite Ultimo: **SLV** – Stato Limite di Salvaguardia della Vita (cui corrisponde una probabilità di superamento $P_{vr}=10\%$ nel periodo V_r);

Stato Limite Esercizio: **SLD** – Stato Limite di Danno (cui corrisponde una probabilità di superamento $P_{vr}=63\%$ nel periodo V_r).

Le suddette probabilità, valutate nel periodo di riferimento V_r per l'azione sismica, consentono di determinare, per ciascuno stato limite, il tempo di ritorno del terremoto di progetto corrispondente.

Stato Limite	Prestazione da verificare	Classe d'uso			
		I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali			X	X
	Funzionalità degli impianti			X	X
SLD	Resistenza degli elementi strutturali			X	X
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	X	X		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	X	X	X	X
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	X	X	X	X
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	X	X	X	X
	Resistenza delle strutture	X	X	X	X
	Duttilità delle strutture	X	X	X	X
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	X	X	X	X
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	X	X	X	X
	Stabilità del sito	X	X	X	X
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	X	X	X	X
	Resistenza del sistema terreno-fondazione	X	X	X	X
	Stabilità del muro di sostegno	X	X	X	X
	Stabilità delle paratie	X	X	X	X
SLC	Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	X	X	X	X
	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	X	X	X	X
	Capacità di spostamento degli isolatori	X	X	X	X

Tabella 5: Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso

Per tutte le verifiche l'azione sismica di progetto deve essere valutata sulla base degli Stati Limite relativi all'opera da verificare (vedasi tabella precedente). Per l'opera in oggetto, come definito al punto 0, le verifiche agli Stati Limite Ultimi verranno condotte con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Per le opere oggetto della presente relazione si è assunto:

- Vita nominale V_n : 75 anni
- Classe d'uso: III (coefficiente d'uso= 1.5)
- Vita nominale= $75 \times 1.5 = 112.5$ anni

Le verifiche di sicurezza agli SLU in campo sismico devono contemplare almeno le medesime verifiche definite in campo statico. In particolare la stabilità globale in condizioni sismiche dei opere in materiali sciolti, quali rilevati, deve essere svolta secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	12 di 52

• Approccio 1 Combinazione 2: $A2 + M2 + R2$

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle precedenti e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza dei terreni tutti pari ad uno e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

PARAMETRO	Coefficiente parziale	
Resistenza	γ_R	1.2

Tabella 6: coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza (condizioni sismiche)

Le condizioni di stabilità del rilevato devono essere verificate affinché prima, durante e dopo il sisma la resistenza del sistema sia superiore alle azioni, ovvero gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

Le verifiche possono essere condotte mediante metodi pseudo statici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

5.3 VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche delle sezioni rappresentativa sono state effettuate attraverso il metodo di Bishop, basato sulla teoria dell'equilibrio limite applicata al terreno potenzialmente instabile dopo averne effettuato una suddivisione in un numero finito dei conci.

Le superfici di scorrimento critiche sono state ricercate variando la posizione della griglia dei centri ed i limiti di tangenza. Il programma utilizzato, GEOSLOPE, che analizza una striscia di 1 m di profondità e fornisce i fattori di sicurezza delle superfici a fattore di sicurezza minimo, ovvero:

- $F_S = T_f/T$ fattore di sicurezza globale dove,
 - T_f : resistenza al taglio lungo il cerchio critico;
 - T : forza di taglio totale agente lungo il cerchio critico

Sono state analizzate le condizioni di stabilità di breve e lungo termine del nuovo rilevato considerando, per le verifiche di lungo termine, i livelli di falda riscontrati nei sondaggi delle aree in questione ovvero a circa 13m da p.c..

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA					
	QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA					
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali						
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	13 di 52

Per il materiale costituente il rilevato stradale sono state adottate le seguenti caratteristiche :

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3; \quad c' = 0 \text{ kPa}, \quad \varphi' = 35^\circ$$

Mentre per i terreni si è fatto riferimento ai parametri riportati all'inizio della relazione e alla stratigrafia ricostruita nel profilo geotecnico di progetto.

Le combinazioni verificate sono, come già specificato, le seguenti:

- SLU: A2+M2+R2 (in condizioni statiche)
- SLV (per le condizioni sismiche)

L'azione sismica, valutata con il metodo pseudostatico, è stata schematizzata con una forza statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \times W$ ed $F_v = k_v \times W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

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

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

nelle quali:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, pari a 0.38 per lo stato limite SLV.
- a_{\max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- S_T : coefficiente di amplificazione topografica (assunto in questo caso pari a 1)
- S_S : coefficiente di amplificazione stratigrafica (dipendente dalla classe di suolo: pari a D in questo caso)
- a_g : accelerazione di sito su substrato rigido;
- a_{\max} : accelerazione di picco;

Per il tracciato in oggetto, come riportato nella relazione geotecnica generale, si ha la seguente caratterizzazione sismica più gravosa nell'ambito del lotto in esame (per $V_N=75$ cu=1.5, SLV, Categoria C – condizione più gravosa sulla linea):

$$a_g / g = 0.114$$

$$S_S = 1.5$$

$$S_T = 1.0$$

$$\text{Da cui } a_{\max} = 0.114 \cdot 1.5 = 0.171g$$



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	14 di 52

Per le analisi di stabilità sismiche SLV di fronti di scavo e rilevati, il coefficiente di riduzione dall'accelerazione massima attesa al sito va assunto pari a $\beta_s = 0.38$.

Quindi si ha in condizioni sismiche:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g = 0.38 \times 0.171 = 0.065$$

$$k_v = \pm k_h/2 = \pm 0.032$$

Tale valore è stato amplificato per il fattore 1.3 nell'analisi SLU-A2+M2+R2 (Tabella 5.2.V NTC 2018) e ridotto nell'analisi sismica considerando un fattore di combinazione $\gamma = 0.2$ come da § 5.2.2.8 NTC2018.

La verifica di stabilità in fase sismica è stata sviluppata in termini di tensioni totali, ovvero utilizzando i parametri di resistenza in condizioni non drenate.

5.4 CARICHI MOBILI DA TRAFFICO STRADALE

Il sovraccarico stradale assunto è pari a 20 kPa – valore caratteristico.

Quindi in sintesi per le condizioni di carico esaminate si applicano i seguenti carichi:

- Condizioni statiche: carico accidentale pari a 26 kPa.
- Condizioni sismiche: carico accidentale pari a 4 kPa (coefficiente di combinazione pari a 0.2 come da § 5.2.2.8 della NTC2018). In condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni vanno posti pari ad 1.

6 RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITÀ

Di seguito si riportano i risultati delle analisi di stabilità per le due combinazioni SLU in condizioni statiche e sismiche.

Si precisa che i fattori di sicurezza sotto riportati per le due sezioni analizzate tengono conto dei fattori parziali sulle resistenze $\gamma_R= 1.1$ per lo SLU statico e $\gamma_R= 1.2$ per lo SLU sismico.

Le scarpate dei rilevati risultano pertanto verificate per un valore del fattore di sicurezza ODF (*Over Design Factor*) ≥ 1 .

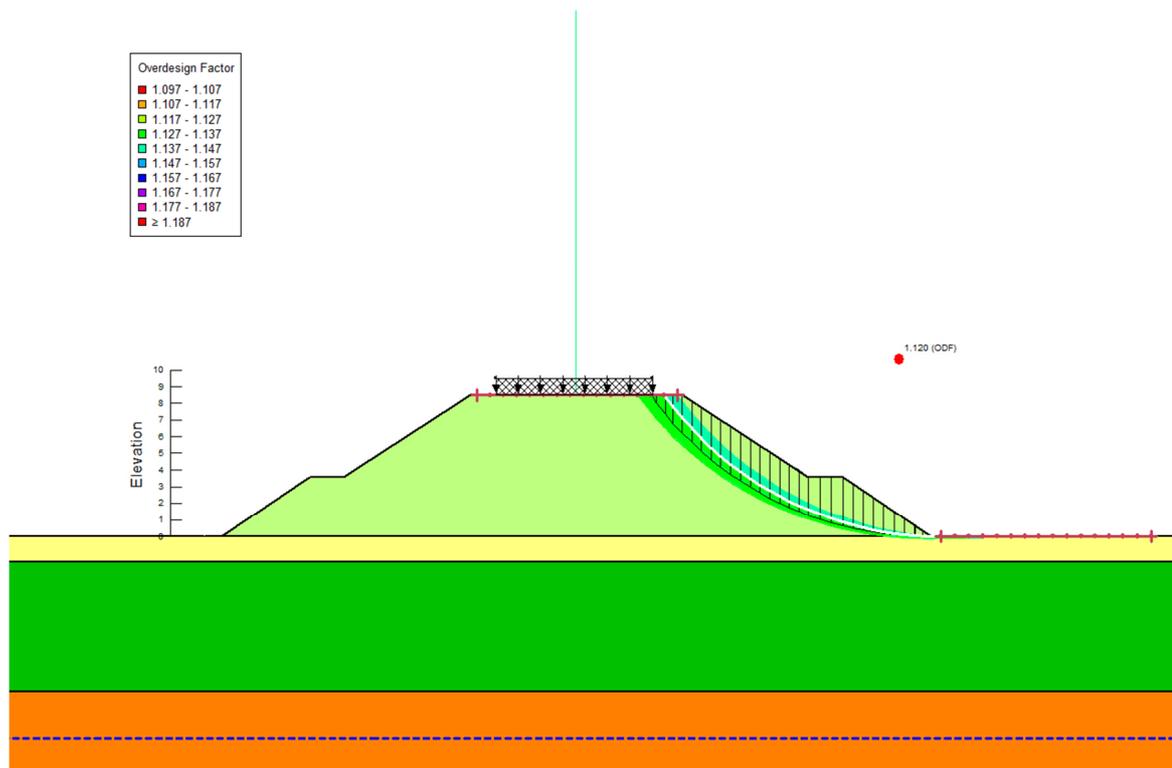


Figura 1: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni statiche (A2+M2+R2)- $F_s= 1.120 \geq 1$

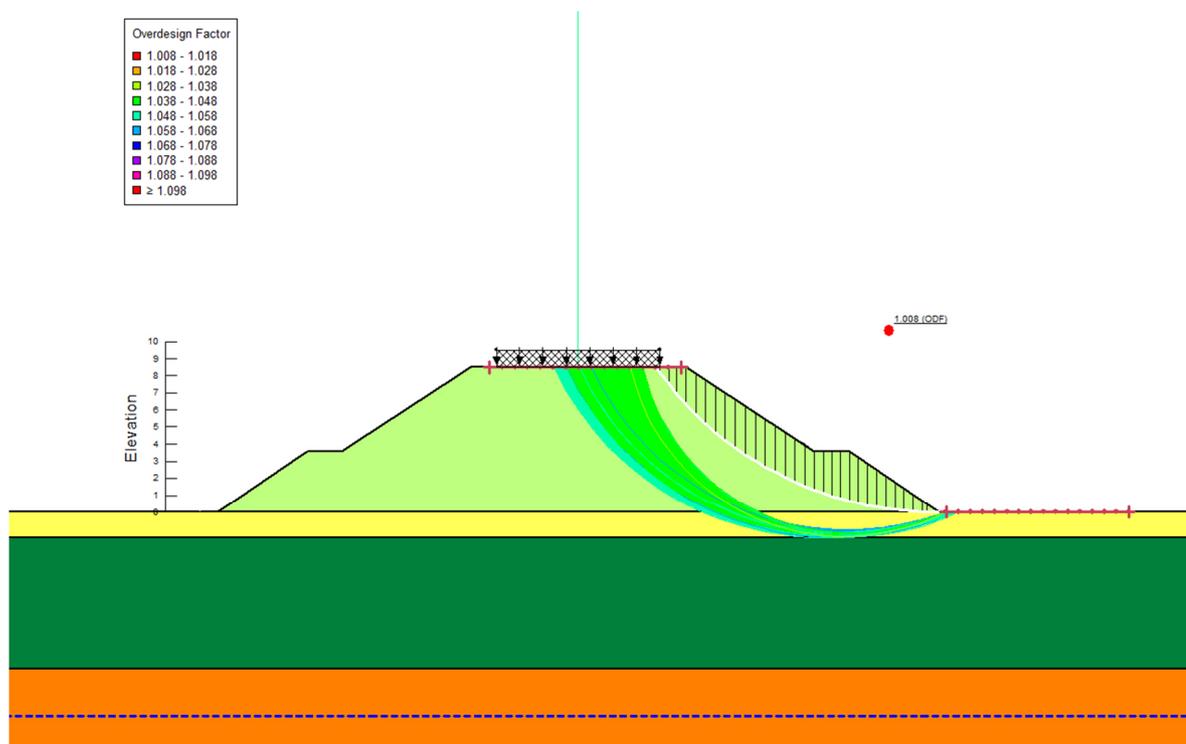


Figura 2: fattore di sicurezza per il rilevato convenzionale in condizioni sismiche SLV – $F_s=1.008 \geq 1$

7 STIMA DEI CEDIMENTI DEI RILEVATI

La stima dei cedimenti, trattandosi di terreni a grana fine, è stata eseguita calcolando il cedimento di consolidazione W_t , e l'aliquota dovuta alla consolidazione secondaria a carico costante W_s .

La falda è stata considerata a circa 13 m di profondità dal piano campagna.

E' stato utilizzato il metodo di Terzaghi che si basa sulle ipotesi di consolidazione edometrica (deformazioni verticali senza contrazioni o espansioni laterali e moto di filtrazione in direzione verticale). Il metodo si articola attraverso i seguenti passaggi:

- suddivisione del banco di terreno comprimibile in un conveniente numero di strati aventi spessore iniziale H_i
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola la tensione efficace verticale iniziale σ'_{v0} e si definisce la tensione di preconsolidazione σ'_p (pari a $OCR \cdot \sigma'_{v0}$);
- in corrispondenza della mezzeria di ciascuno strato si calcola l'incremento di tensione efficace verticale $\Delta\sigma'_v$ prodotta dal carico applicato;
- si calcola il cedimento di ciascuno strato, nell'ipotesi che le deformazioni dell'elemento di volume siano monodimensionali, attraverso le prime due dell'equazione;
- il cedimento edometrico w_{ed} è pari alla somma dei cedimenti di ciascuno strato compreso fino alla profondità in corrispondenza della quale si risentono degli effetti del carico applicato.

Il cedimento è dato dalla:

$$\begin{cases} \text{se } \sigma'_{vF} \leq \sigma'_p & w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot C_r \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_{v0}} \\ \text{se } \sigma'_{vF} > \sigma'_p & w_i = \frac{H_i}{1 + e_0} \cdot \left(C_r \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} + C_c \cdot \log \frac{\sigma'_{vF}}{\sigma'_p} \right) \end{cases}$$

$$w_{ed} = \sum_{z_{int}} w_i$$

essendo $\sigma'_{vF} = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$

ed in cui H_i è lo spessore dello strato i -esimo, e_0 l'indice dei vuoti iniziale, c_c è coefficiente di compressibilità e c_s il coefficiente di rigonfiamento.

Poiché il metodo di Terzaghi si basa sulle ipotesi di consolidazione monodimensionale ($\epsilon_r = 0$, $\Delta u = \Delta \sigma$). Poiché il terreno sottostante la fondazione non è confinato lateralmente, l'incremento di pressione interstiziale

all'istante di applicazione del carico, in condizione non drenate, è diverso e in genere inferiore all'incremento di tensione verticale totale ($\Delta u < \Delta \sigma$). Poiché le deformazioni per consolidazione sono dovute alla riduzione di volume derivante dal dissiparsi delle sovrappressioni interstiziali, ne consegue che le deformazioni reali di consolidazione sono inferiori a quelle calcolate con il metodo di Terzaghi. Skempton e Bjerrum propongono di calcolare l'incremento di pressione interstiziale per mezzo della relazione

$$\Delta u = B \cdot [\Delta \sigma_3 + A \cdot (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)]$$

I parametri A e B (*coefficienti di Skempton*) dipendono da:

- coeff. A= 0.2 (dipendente dalla storia tensionale ovvero dal grado di sovraconsolidazione)

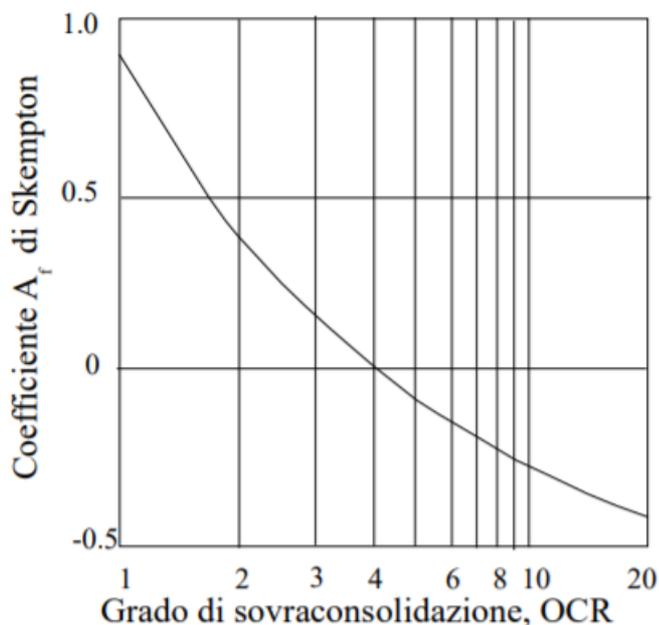


Figura 3: tipica variazione del coefficiente A di Skempton con il grado di sovraconsolidazione OCR

- coeff. B= 0.9 (dipendente dal grado di saturazione considerato mediamente pari al 90% per il deposito superficiale limoso)

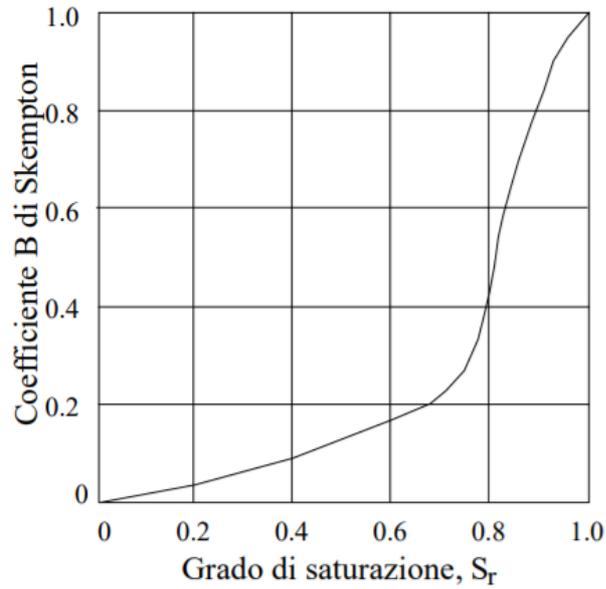


Figura 4: tipica variazione del coefficiente B di Skempton con il grado di saturazione

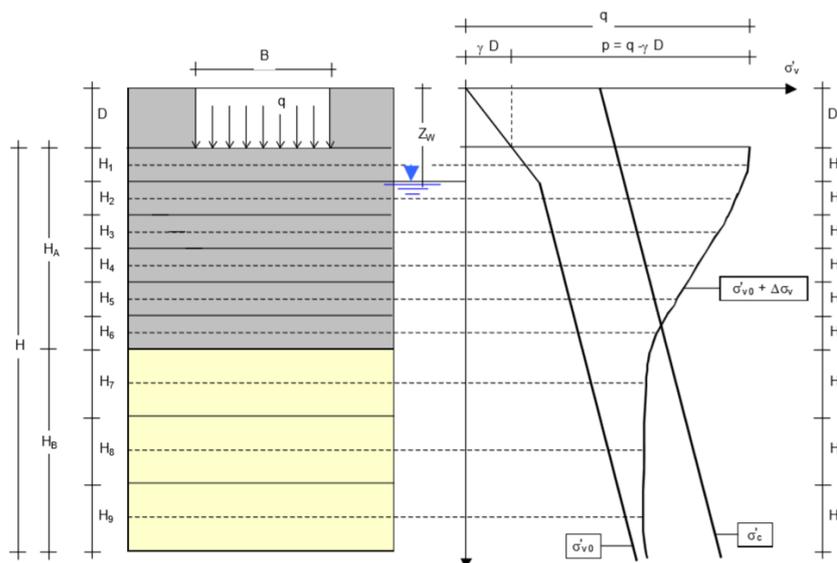


Figura 5: Metodo Edometrico per la stima dei cedimenti di consolidazione di fondazioni superficiali su terreni a grana fine

L'incremento di tensione verticale efficace $\Delta \sigma'_v$ è stato valutato sulla base della teoria dell'elasticità, facendo

riferimento ad aree di carico infinitamente flessibili nastroformi; con riferimento allo schema nella figura seguente, risulta (Terzaghi, 1943; Tsyтовich, 1976):

$$\Delta\sigma'_z = \frac{q}{\pi}(\alpha + \sin\alpha \cos 2\beta)$$

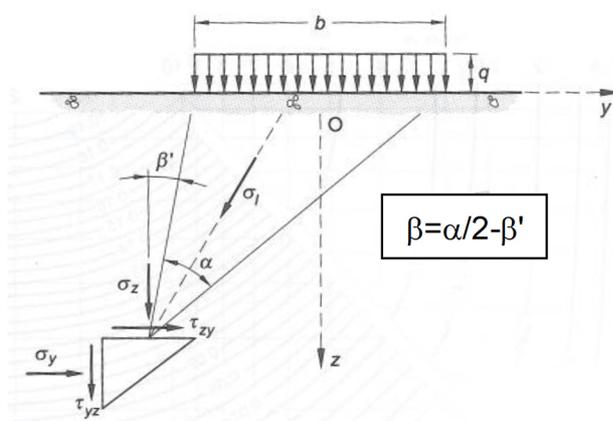


Figura 6: Schema di calcolo delle tensioni indotte nel terreno.

La stima dei cedimenti indotti dalla costruzione dei rilevati è stata eseguita per le due sezioni di calcolo già considerate per le verifiche di stabilità.

I parametri di deformabilità considerati sono di seguito riportati e rappresentano un set cautelativo per i terreni limo-argillosi oggetto delle valutazioni.

- $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- $e_0 = 0.705$
- $c_c = 0.23$
- $c_s = 0.048$
- $\text{OCR} = 3.3$

Seguono i grafici riepilogativi dei parametri sopra indicati.

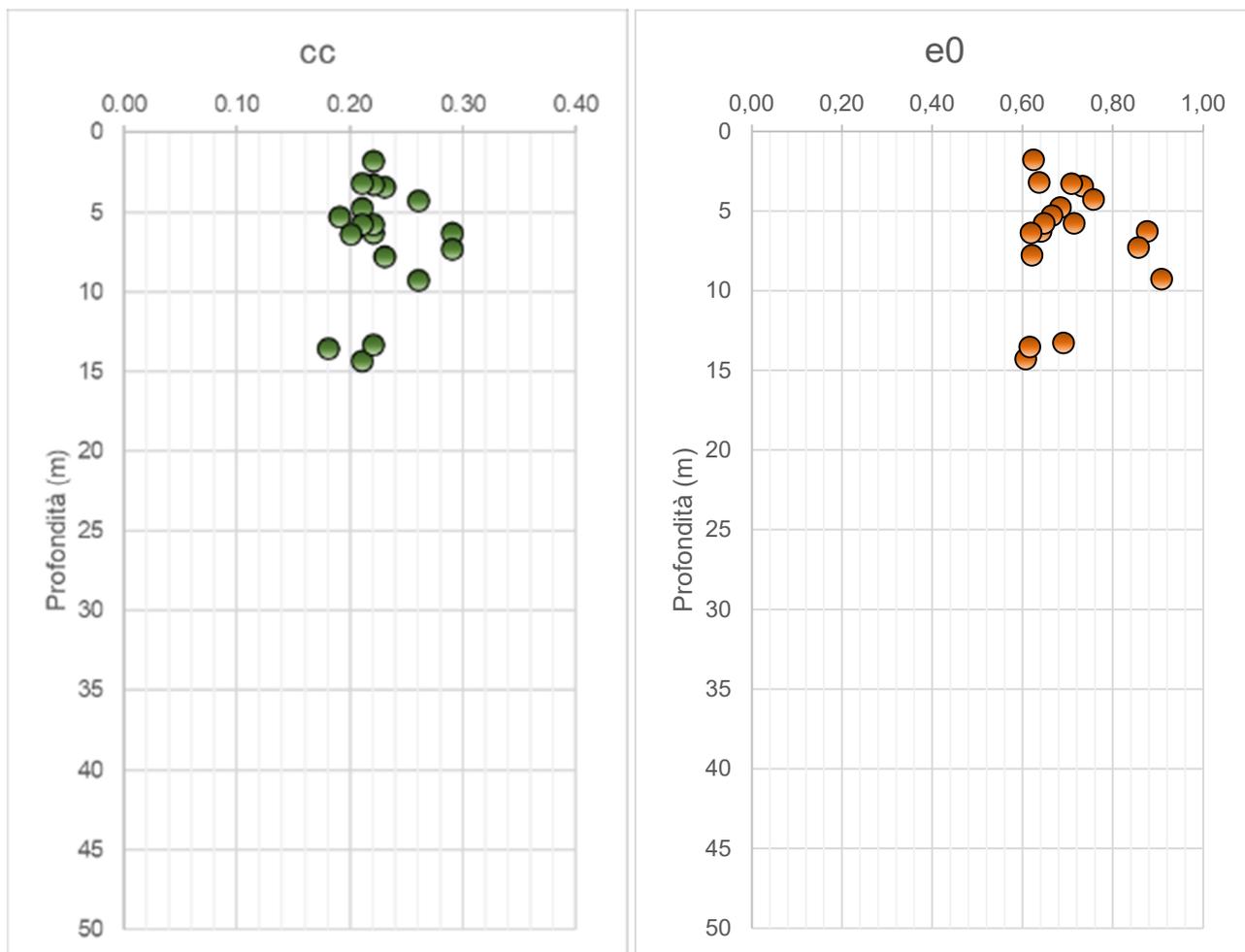


Figura 7 parametri di deformabilità e0 e coefficiente di consolidazione primaria in fase di carico

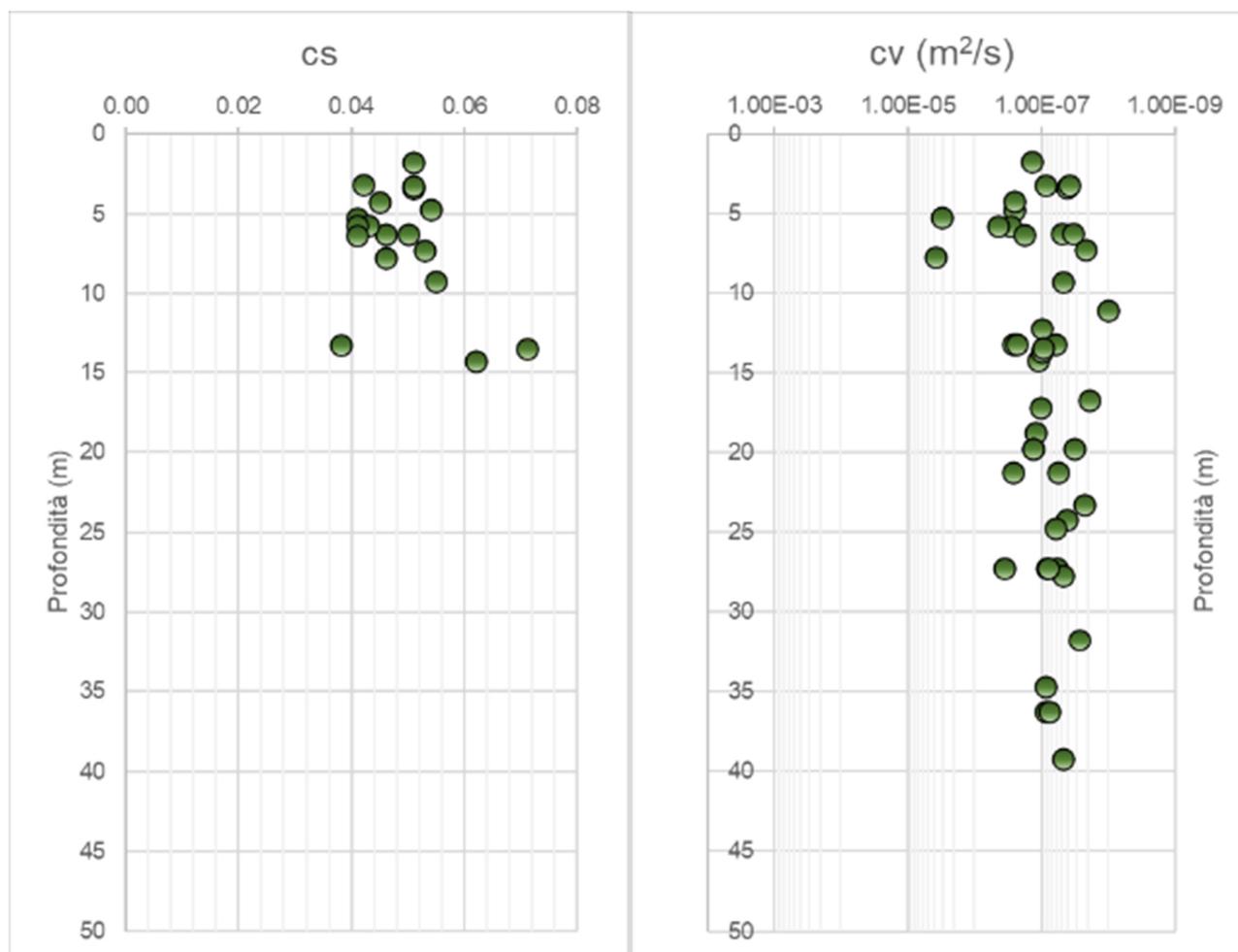


Figura 8 parametri di deformabilità coefficiente di rigonfiamento e coefficiente di consolidazione verticale

I terreni sabbio-ghiaiosi, compresi tra i 9 e i 23 m circa da p.c. per la sezione al quadruplicamento e tra i 9 e 32 m circa per la sezione tipologica di altezza maggiore, sono stati considerati in condizioni drenate e pertanto ammettono un cedimento soltanto immediato e calcolato in base all'aliquota di carico in funzione della profondità e secondo il valore del modulo elastico di riferimento considerato pari a $E = 79$ MPa.

Di seguito si riportano i due andamenti del sovraccarico indotto dal peso della struttura in terra e l'andamento dei cedimenti del rilevato con la profondità.

Sezione rilevato tipologico (H=8.5m)

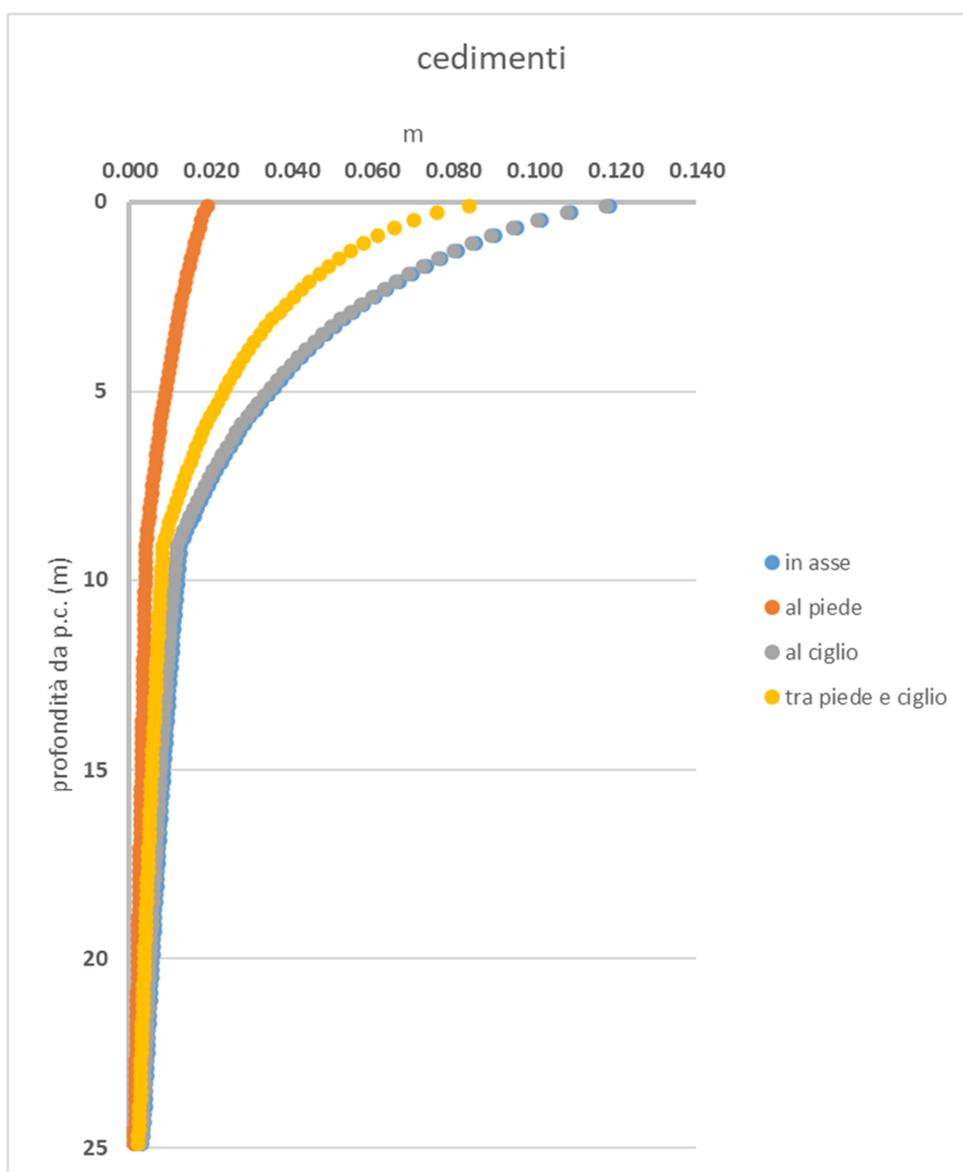


Figura 9 andamento del cedimento di consolidazione con la profondità

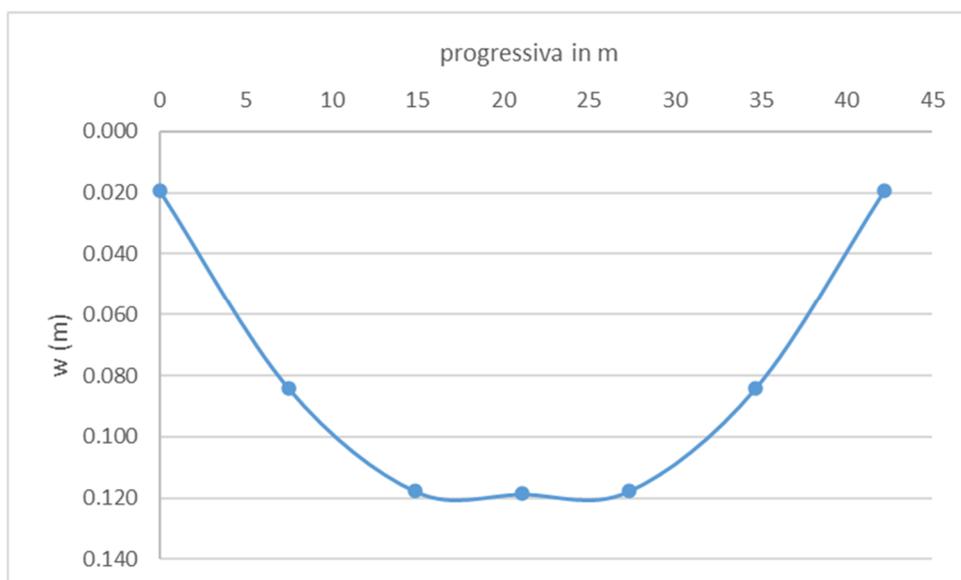


Figura 10 andamento del cedimento a piano campagna sotto il rilevato

La stima dei cedimenti attesi, al termine del processo di consolidazione fornisce 11.9 cm in asse rilevato, comprensivo anche dei cedimenti immediati del valore di circa 1 cm (unità G (L,S)).



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

25 di 52

8 CALCOLO DEL DECORSO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

Il decorso dei cedimenti nel tempo è stato valutato con la teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi (1923) che, in particolare, consente di ricavare il tempo necessario a raggiungere il valore del cedimento finale di consolidazione w_c .

La soluzione dell'equazione differenziale che governa il fenomeno della consolidazione porta, infatti, ad una relazione $U_m=f(T)$ tra il grado di consolidazione medio U_m e il fattore tempo T , ricavato come:

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dre}^2}$$

in cui C_v è il coefficiente di consolidazione, t è il tempo in secondi e H_{dre} è il massimo percorso di filtrazione all'interno del banco.

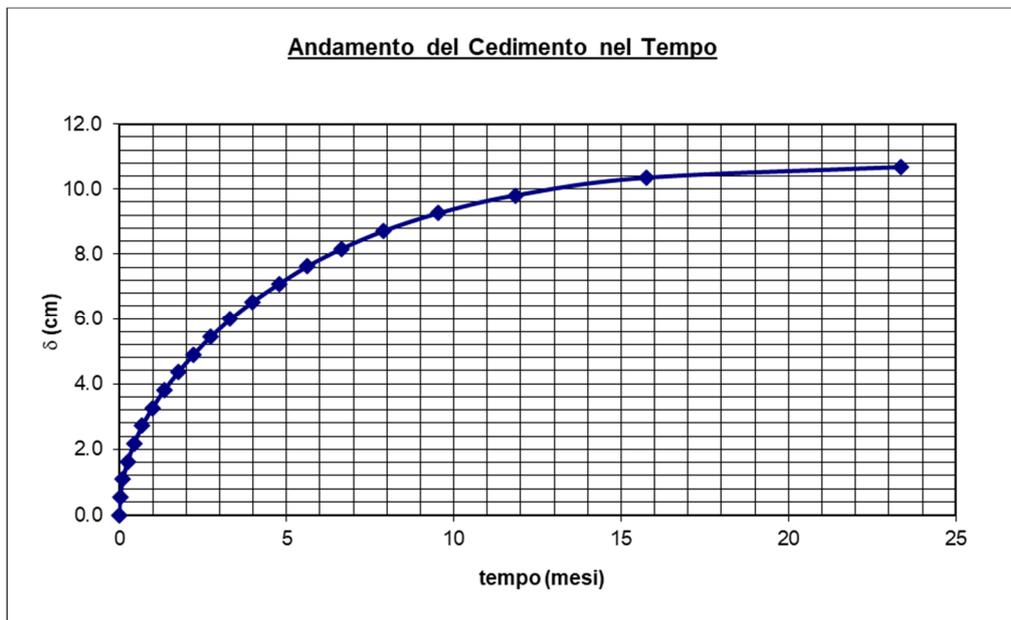
La relazione $U_m=f(T)$ permette di costruire il decorso dei cedimenti nel tempo in quanto il cedimento totale al tempo t si ricava come:

$$w_{TOT}(t) = w_0 + U_m \cdot w_c(t)$$

Considerando per il percorso di drenaggio l'intero spessore dello strato che subisce cedimenti, e per c_v un valore di $5.6 \cdot 10^{-7}$ m²/s e un massimo percorso di drenaggio pari a 4.5 metri in entrambe le sezioni analizzate.

DATI DI INPUT:

$\delta_{tmax} = 10.90$ (cm) (Cedimento massimo)
 $h = 4.50$ (m) (Massimo Percorso di Drenaggio)
 $cv = 5.6.E-07$ (m²/sec) (Coeff. di Consolidazione) verticale



$t = 8$ (mesi)	$U_m = 80.3$ (%)	$\delta_t = 8.75$ (cm)
$\delta_t = 10.80$ (cm)	$U_m = 99.1$ (%)	$t = 31$ (mesi)
$U_m = 95$ (%)	$t = 16$ (mesi)	$\delta_t = 10.36$ (cm)

Figura 11 decorso naturale dei cedimenti (sezione di rilevato tipologico)

I cedimenti stimati risultano compatibili con i tempi di costruzione e con l'esercizio dell'opera .



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO
Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	27 di 52

9 APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO

9.1 SEZIONE TIPO – STATICA

Analysis Settings

SEZ statica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: STATICA

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

28 di 52

Use Passive Mode: No

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

29 di 52

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

R

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 5 kPa

Phi: 26 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

30 di 52

Cohesion': 0 kPa

Phi': 35 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

LA

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion': 5 kPa

Phi': 26 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

31 di 52

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 35 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-5.865422; 8.5) m

Left-Zone Right Coordinate: (6; 8.5) m

Left-Zone Increment: 15

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (21.566253; 0) m

Right-Zone Right Coordinate: (34; 0) m

Right-Zone Increment: 15



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	32 di 52

Radius Increments: 5

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

X Y

Coordinate 1 -50 m -12 m

Coordinate 2 -12 m -12 m

Coordinate 3 20 m -12 m

Coordinate 4 50 m -12 m

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates

X Y

-4.75 m 9.5 m

4.5 m 9.5 m

Design Factor Set: STATICA

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	33 di 52

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1.3

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1.25

Effective Coefficient of Friction: 1.25

Undrained Strength: 1.4

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.1

Points

X Y

Point 1 -50 m 0 m

Point 2 -50 m -20 m



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	34 di 52

Point 3 50 m 0 m

Point 4 50 m -20 m

Point 5 -20.95 m 0 m

Point 6 -6.25 m 8.5 m

Point 7 6.25 m 8.5 m

Point 8 20.95 m 0 m

Point 9 -22 m 0 m

Point 10 22 m 0 m

Point 11 -4.75 m 8.5 m

Point 12 4.75 m 8.5 m

Point 13 -22 m -0.5 m

Point 14 22 m -0.5 m

Point 15 22 m -1 m

Point 16 -22 m -1 m

Point 17 -13.75 m 3.6 m

Point 18 -15.75 m 3.6 m

Point 19 -50 m -1.5 m

Point 20 -50 m -9.2 m

Point 21 50 m -1.5 m

Point 22 50 m -9.2 m

Point 23 13.75 m 3.6 m

Point 24 15.75 m 3.6 m

Regions

Material	Points	Area
Region 1	GS 2;4;22;20	1,080 m ²
Region 2	RILEVATO 5;8;24;23;7;12;11;6;17;18	230.12 m ²
Region 3	R 9;5;8;10;14;13	22 m ²
Region 4	R 13;16;15;14	22 m ²
Region 5	R 1;19;21;3;10;14;15;16;13;9	106 m ²



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

35 di 52

Region 6 LA 19;20;22;21 770 m²

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 1073 of 1536 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,251

Overdesign Factor: 1.120

Degree of Utilization: 0.893

Volume: 36.0482 m³

Weight: 684.92226 kN

Resisting Moment: 6,642.3289 kN·m

Activating Moment: 5,929.6771 kN·m

Resisting Force: 293.66102 kN

Activating Force: 262.16804 kN

Slip Rank: 3 of 1,536 slip surfaces

Exit: (21.566253; 0) m

Entry: (4.4179437; 8.5) m



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	36 di 52

Radius: 20.027188 m

Center: (20.805298; 20.012726) m

Slip Slices

X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material		
Slice 1	4.4589719 m		8.4420381 m	-200.47507 kPa	16.418915 kPa	8.3611986 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 2	4.625 m	8.2126754 m		-198.22571 kPa	3.2110921 kPa	1.6352225 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 3	5 m	7.7198428 m		-193.3925 kPa	8.8004088 kPa	4.4815364 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 4	5.5 m	7.1020421 m		-187.33373 kPa	15.788675 kPa	8.0402542 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 5	6 m	6.5311268 m		-181.73476 kPa	22.281292 kPa	11.346566 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 6	6.5384615 m		5.9636478 m	-176.16949 kPa	26.638757 kPa	13.56557 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 7	7.1153846 m		5.4004618 m	-170.64633 kPa	28.909209 kPa	14.721779 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 8	7.6923077 m		4.8802432 m	-165.54455 kPa	30.917356 kPa	15.744411 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 9	8.2692308 m		4.3986806 m	-160.82186 kPa	32.720121 kPa	16.662455 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 10	8.8461538 m		3.952285 m	-156.44406 kPa	34.353979 kPa	17.494484 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 11	9.4230769 m		3.5381894 m	-152.38302 kPa	35.838005 kPa	18.250212 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 12	10 m	3.1540076 m		-148.61535 kPa	37.17568 kPa	18.931412 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 13	10.576923 m		2.7977324 m	-145.12136 kPa	38.355836 kPa	19.532397 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 14	11.153846 m		2.4676602 m	-141.88434 kPa	39.353105 kPa	20.040248 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 15	11.730769 m		2.162335 m	-138.89002 kPa	40.128279 kPa	20.434999 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 16	12.307692 m		1.8805045 m	-136.12611 kPa	40.628935 kPa	20.689954 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 17	12.884615 m		1.6210869 m	-133.582 kPa	40.790737 kPa	20.77235 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 18	13.461538 m		1.3831446 m	-131.2485 kPa	40.539792 kPa	20.644559 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 19	14.083333 m		1.1506419 m	-128.96835 kPa	43.441981 kPa	22.122475 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 20	14.75 m	0.92609927 m		-126.76626 kPa	49.676913 kPa	25.297563 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 21	15.416667 m		0.72721031 m	-124.81575 kPa	55.466386 kPa	28.245805 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 22	16.053571 m		0.55991927 m	-123.17513 kPa	56.439815 kPa	28.741515 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 23	16.660714 m		0.42154442 m	-121.81809 kPa	52.256428 kPa	26.61116 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	37 di 52

Slice 24	17.267857 m	0.30283918 m	-120.65394 kPa	47.054514 kPa	23.962128 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 25	17.875 m	0.20344957 m	-119.67923 kPa	40.893318 kPa	20.824589 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 26	18.482143 m	0.12308576 m	-118.8911 kPa	33.892075 kPa	17.259263 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 27	19.089286 m	0.061517599 m	-118.2873 kPa	26.2212 kPa	13.352932 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 28	19.696429 m	0.018571297 m	-117.86613 kPa	18.085365 kPa	9.2098248 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 29	20.022172 m	0.00086765804 m	-117.69251 kPa	13.626677 kPa	6.939274 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 30	20.270758 m	-0.006045699 m	-117.62471 kPa	10.337162 kPa	3.6667422 kPa	3.6363636 kPa	0 kPa	R
Slice 31	20.723586 m	-0.013015251 m	-117.55636 kPa	3.9578353 kPa	1.403902 kPa	3.6363636 kPa	0 kPa	R
Slice 32	21.258126 m	-0.0069695525 m	-117.61565 kPa	0.43995893 kPa	0.15605986 kPa	3.6363636 kPa	0 kPa	R



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

38 di 52

9.2 SEZIONE TIPO – SISMICA

Analysis Settings

SEZ sismica

Kind: SLOPE/W

Method: Morgenstern-Price

Settings

Side Function

Interslice force function option: Half-Sine

PWP Conditions from: Piezometric Line

Apply Phreatic Correction: No

Use Staged Rapid Drawdown: No

Limit State Design Approach: SISMICA

Unit Weight of Water: 9.807 kN/m³

Slip Surface

Direction of movement: Left to Right

Use Passive Mode: No



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

39 di 52

Slip Surface Option: Entry and Exit

Critical slip surfaces saved: 1

Optimize Critical Slip Surface Location: No

Tension Crack Option: (none)

Distribution

ODF Calculation Option: Constant

Advanced

Geometry Settings

Minimum Slip Surface Depth: 0.25 m

Number of Slices: 30

Overdesign Factor Convergence Settings

Maximum Number of Iterations: 100

Tolerable difference in ODF: 0.001

Solution Settings



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

40 di 52

Search Method: Root Finder

Tolerable difference between starting and converged ODF: 3

Maximum iterations to calculate converged lambda: 20

Max Absolute Lambda: 2

Materials

RILEVATO

Model: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 19 kN/m³

Cohesion': 0 kPa

Phi': 35 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

GS

Model: Mohr-Coulomb



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	41 di 52

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Phi: 35 °

Phi-B: 0 °

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

R cud

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 19.5 kN/m³

Cohesion: 50 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

LA cud

Model: Undrained (Phi=0)

Unit Weight: 19.5 kN/m³



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

42 di 52

Cohesion: 70 kPa

Pore Water Pressure

Piezometric Line: 1

Slip Surface Entry and Exit

Left Type: Range

Left-Zone Left Coordinate: (-5.148413; 8.5) m

Left-Zone Right Coordinate: (6; 8.5) m

Left-Zone Increment: 15

Right Type: Range

Right-Zone Left Coordinate: (21.389085; 0) m

Right-Zone Right Coordinate: (32; 0) m

Right-Zone Increment: 15

Radius Increments: 5

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (-50; 0) m



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	43 di 52

Right Coordinate: (50; 0) m

Piezometric Lines

Piezometric Line 1

Coordinates

X Y

Coordinate 1 -50 m -12 m

Coordinate 2 -12 m -12 m

Coordinate 3 20 m -12 m

Coordinate 4 50 m -12 m

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0.0553

Vert Seismic Coef.: 0.0276

Surcharge Loads

Surcharge Load 1

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³

Direction: Vertical

Mode: Variable

Coordinates

X Y

-4.75 m 9.5 m

4.75 m 9.5 m

Design Factor Set: SISMICA



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH RI0000 002

A

44 di 52

Permanent Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Variable Point Loads & Surcharge Loads: Favorable = 1, Unfavorable = 0.2

Soil Unit Weight: Favorable = 1, Unfavorable = 1

Effective Cohesion: 1.25

Effective Coefficient of Friction: 1.25

Undrained Strength: 1.4

Shear Strength (Other Models): 1

Pullout Resistance: 1

Shear Force: 1

Tensile Strength: 1

Compressive Strength: 1

Seismic Coefficients: 1

Earth Resistance: 1.2

Points

X Y



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	45 di 52

Point 1 -50 m 0 m

Point 2 -50 m -20 m

Point 3 50 m 0 m

Point 4 50 m -20 m

Point 5 -20.95 m 0 m

Point 6 -6.25 m 8.5 m

Point 7 6.25 m 8.5 m

Point 8 20.95 m 0 m

Point 9 -22 m 0 m

Point 10 22 m 0 m

Point 11 -4.75 m 8.5 m

Point 12 4.75 m 8.5 m

Point 13 -22 m -0.5 m

Point 14 22 m -0.5 m

Point 15 22 m -1 m

Point 16 -22 m -1 m

Point 17 -13.75 m 3.6 m

Point 18 -15.75 m 3.6 m

Point 19 -50 m -1.5 m

Point 20 -50 m -9.2 m

Point 21 50 m -1.5 m

Point 22 50 m -9.2 m

Point 23 13.75 m 3.6 m

Point 24 15.75 m 3.6 m

Regions

Material Points Area

Region 1 GS 2;4;22;20 1,080 m²

Region 2 RILEVATO 5;8;24;23;7;12;11;6;17;18 230.12 m²



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	46 di 52

Region 3 R cud 9;5;8;10;14;13 22 m²

Region 4 R cud 13;16;15;14 22 m²

Region 5 R cud 1;19;21;3;10;14;15;16;13;9 106 m²

Region 6 LA cud 19;20;22;21 770 m²

Slip Results

Slip Surfaces Analysed: 1072 of 1536 converged

Current Slip Surface

Slip Surface: 1,251

Overdesign Factor: 1.008

Degree of Utilization: 0.992

Volume: 35.376212 m³

Weight: 672.15015 kN

Resisting Moment: 6,586.7771 kN·m

Activating Moment: 6,536.6759 kN·m

Resisting Force: 297.04078 kN

Activating Force: 294.79748 kN

Slip Rank: 1 of 1,536 slip surfaces



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	47 di 52

Exit: (21.389085; 0) m

Entry: (4.5135449; 8.5) m

Radius: 19.896853 m

Center: (20.828461; 19.888953) m

Slip Slices

X	Y	PWP	Base Normal Stress	Frictional Strength	Cohesive Strength	Suction Strength	Base Material
Slice 1	4.6317725 m	8.3342754 m	-199.41824 kPa	4.3177001 kPa	2.0155241 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 2	5 m	7.8401274 m	-194.57213 kPa	7.5650992 kPa	3.5314263 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 3	5.5 m	7.2094744 m	-188.38732 kPa	14.709434 kPa	6.8664379 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 4	6 m	6.6276998 m	-182.68185 kPa	21.249627 kPa	9.9194327 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 5	6.5384615 m	6.0502855 m	-177.01915 kPa	25.564027 kPa	11.933416 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 6	7.1153846 m	5.4779253 m	-171.40601 kPa	27.742324 kPa	12.950256 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 7	7.6923077 m	4.9497874 m	-166.22657 kPa	29.645139 kPa	13.8385 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 8	8.2692308 m	4.4613115 m	-161.43608 kPa	31.345064 kPa	14.632033 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 9	8.8461538 m	4.0088248 m	-156.99855 kPa	32.892104 kPa	15.354199 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 10	9.4230769 m	3.589321 m	-152.88447 kPa	34.317312 kPa	16.019494 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 11	10 m	3.2003062 m	-149.0694 kPa	35.63486 kPa	16.634532 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 12	10.576923 m	2.8396886 m	-145.53283 kPa	36.84295 kPa	17.198474 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 13	11.153846 m	2.5056971 m	-142.25737 kPa	37.924002 kPa	17.703115 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 14	11.730769 m	2.196821 m	-139.22822 kPa	38.844533 kPa	18.132823 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 15	12.307692 m	1.9117635 m	-136.43267 kPa	39.55516 kPa	18.464547 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 16	12.884615 m	1.6494062 m	-133.85973 kPa	39.991197 kPa	18.668092 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 17	13.461538 m	1.4087808 m	-131.49991 kPa	40.074322 kPa	18.706895 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO
Slice 18	14 m	1.2024333 m	-129.47626 kPa	42.546541 kPa	19.860939 kPa	0 kPa	0 kPa RILEVATO



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IQ01	01	R 26	RH RI0000 002	A	48 di 52

Slice 19	14.5 m	1.0271983 m	-127.75773 kPa	47.632794 kPa	22.235227 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 20	15 m	0.86671811 m	-126.1839 kPa	52.556348 kPa	24.533568 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 21	15.5 m	0.72062183 m	-124.75114 kPa	57.222957 kPa	26.711964 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 22	16.015625 m	0.58490126 m	-123.42013 kPa	58.183508 kPa	27.160354 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 23	16.546875 m	0.46013973 m	-122.19659 kPa	55.093183 kPa	25.717775 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 24	17.078125 m	0.35061707 m	-121.1225 kPa	51.174152 kPa	23.888351 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 25	17.609375 m	0.25607803 m	-120.19536 kPa	46.437339 kPa	21.677183 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 26	18.140625 m	0.17630687 m	-119.41304 kPa	40.933654 kPa	19.108036 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 27	18.671875 m	0.11112476 m	-118.7738 kPa	34.752084 kPa	16.222448 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 28	19.203125 m	0.060387719 m	-118.27622 kPa	28.013141 kPa	13.076675 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 29	19.734375 m	0.023984978 m	-117.91922 kPa	20.858361 kPa	9.7367877 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 30	20.133919 m	0.0046776847 m	-117.72987 kPa	15.308863 kPa	7.1462543 kPa	0 kPa	0 kPa	RILEVATO
Slice 31	20.608919 m	-0.003764282 m	-117.64708 kPa	9.5660255 kPa	0 kPa	29.761905 kPa	0 kPa	R cud
Slice 32	21.169543 m	-0.003764282 m	-117.64708 kPa	2.071573 kPa	0 kPa	29.761905 kPa	0 kPa	R cud



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPPLICAZIONE TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Table with 6 columns: Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali, COMMESSA (IQ01), LOTTO (01), CODIFICA (R 26), DOCUMENTO (RH RI0000 002), REV. (A), FOGLIO (49 di 52)

9.3 SEZIONE TIPO - CEDIMENTI

In asse

Main data table with columns: x(m), e_v (MPa), e'_v (MPa), R0, R1, R2, amp0, amp2, amp1, a0, beta, s_v (MPa), s'_v (MPa), s_v (MPa), s'_v (MPa), e_v (MPa), e'_v (MPa), e_v (MPa), e'_v (MPa). Contains multiple rows of numerical data.



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO - GENOVA

QUADRUPLICAZIONE TORTONA-VOGHERA

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA INTERVENTO

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

Relazione di predimensionamento rilevati e trincee stradali

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IQ01

01

R 26

RH R01000 002

A

51 di 52

Al ciglio

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
CON. 0.1	1.95	0	1.95	1.490	0.10	12.50	0.01	0.01	1.56	1.56	1.56	1.56	1.61	1.5	1.58	93.00	100.3	122.70	122.70	0.787	0.000	239.45	0.948																																																																													
CON. 0.3	5.85	0	5.85	1.490	0.30	12.50	0.02	0.02	1.55	1.55	1.55	1.55	1.60	1.46	1.49	94.49	118.5	124.36	124.36	0.784	0.000	239.35	0.948																																																																													
CON. 0.5	9.75	0	9.75	1.490	0.50	12.50	0.03	0.03	1.54	1.54	1.54	1.54	1.65	1.37	1.41	95.77	116.24	124.36	124.36	0.783	0.000	239.25	0.948																																																																													
CON. 0.7	13.65	0	13.65	1.490	0.70	12.50	0.05	0.05	1.52	1.52	1.52	1.52	1.75	1.08	1.14	97.08	114.62	124.36	124.36	0.782	0.000	239.15	0.948																																																																													
CON. 0.9	17.55	0	17.55	1.490	0.90	12.50	0.08	0.08	1.51	1.51	1.51	1.51	1.98	0.80	0.87	98.41	113.00	124.36	124.36	0.781	0.000	239.05	0.948																																																																													
CON. 1.1	21.45	0	21.45	1.490	1.10	12.50	0.07	0.07	1.50	1.50	1.50	1.50	2.41	0.58	0.63	99.74	111.38	124.36	124.36	0.780	0.000	238.95	0.948																																																																													
CON. 1.3	25.35	0	25.35	1.490	1.30	12.50	0.09	0.09	1.48	1.48	1.48	1.48	2.84	0.37	0.41	101.07	109.76	124.36	124.36	0.779	0.000	238.85	0.948																																																																													
CON. 1.5	29.25	0	29.25	1.490	1.50	12.50	0.12	0.12	1.47	1.47	1.47	1.47	3.27	0.18	0.20	102.36	108.14	124.36	124.36	0.778	0.000	238.75	0.948																																																																													
CON. 1.7	33.15	0	33.15	1.500	1.70	12.62	0.11	0.11	1.46	1.46	1.46	1.46	3.70	0.00	0.00	103.65	106.52	124.36	124.36	0.777	0.000	238.65	0.948																																																																													
CON. 1.9	37.05	0	37.05	1.500	1.90	12.62	0.13	0.13	1.44	1.44	1.44	1.44	4.13	0.00	0.00	104.94	104.90	124.36	124.36	0.776	0.000	238.55	0.948																																																																													
CON. 2.1	40.95	0	40.95	1.505	2.10	12.68	0.14	0.14	1.43	1.43	1.43	1.43	4.56	0.00	0.00	106.23	103.28	124.36	124.36	0.775	0.000	238.45	0.948																																																																													
CON. 2.3	44.85	0	44.85	1.508	2.30	12.71	0.15	0.15	1.42	1.42	1.42	1.42	4.99	0.00	0.00	107.52	101.66	124.36	124.36	0.774	0.000	238.35	0.948																																																																													
CON. 2.5	48.75	0	48.75	1.511	2.50	12.75	0.17	0.17	1.40	1.40	1.40	1.40	5.42	0.00	0.00	108.81	100.04	124.36	124.36	0.773	0.000	238.25	0.948																																																																													
CON. 2.7	52.65	0	52.65	1.514	2.70	12.79	0.18	0.21	1.39	1.39	1.39	1.39	5.85	0.00	0.00	110.10	98.42	124.36	124.36	0.772	0.000	238.15	0.948																																																																													
CON. 2.9	56.55	0	56.55	1.517	2.90	12.83	0.19	0.22	1.38	1.38	1.38	1.38	6.28	0.00	0.00	111.39	96.80	124.36	124.36	0.771	0.000	238.05	0.948																																																																													
CON. 3.1	60.45	0	60.45	1.522	3.10	12.88	0.21	0.24	1.37	1.37	1.37	1.37	6.71	0.00	0.00	112.68	95.18	124.36	124.36	0.770	0.000	237.95	0.948																																																																													
CON. 3.3	64.35	0	64.35	1.526	3.30	12.93	0.22	0.26	1.35	1.35	1.35	1.35	7.14	0.00	0.00	113.97	93.56	124.36	124.36	0.769	0.000	237.85	0.948																																																																													
CON. 3.5	68.25	0	68.25	1.531	3.50	12.98	0.23	0.27	1.34	1.34	1.34	1.34	7.57	0.00	0.00	115.26	91.94	124.36	124.36	0.768	0.000	237.75	0.948																																																																													
CON. 3.7	72.15	0	72.15	1.535	3.70	13.04	0.24	0.29	1.33	1.33	1.33	1.33	8.00	0.00	0.00	116.55	90.32	124.36	124.36	0.767	0.000	237.65	0.948																																																																													
CON. 3.9	76.05	0	76.05	1.540	3.90	13.09	0.26	0.30	1.31	1.31	1.31	1.31	8.43	0.00	0.00	117.84	88.70	124.36	124.36	0.766	0.000	237.55	0.948																																																																													
CON. 4.1	79.95	0	79.95	1.545	4.10	13.16	0.27	0.32	1.30	1.30	1.30	1.30	8.86	0.00	0.00	119.13	87.08	124.36	124.36	0.765	0.000	237.45	0.948																																																																													
CON. 4.3	83.85	0	83.85	1.551	4.30	13.22	0.28	0.33	1.29	1.29	1.29	1.29	9.29	0.00	0.00	120.42	85.46	124.36	124.36	0.764	0.000	237.35	0.948																																																																													
CON. 4.5	87.75	0	87.75	1.556	4.50	13.29	0.29	0.35	1.28	1.28	1.28	1.28	9.72	0.00	0.00	121.71	83.84	124.36	124.36	0.763	0.000	237.25	0.948																																																																													
CON. 4.7	91.65	0	91.65	1.562	4.70	13.35	0.31	0.36	1.27	1.27	1.27	1.27	10.15	0.00	0.00	123.00	82.22	124.36	124.36	0.762	0.000	237.15	0.948																																																																													
CON. 4.9	95.55	0	95.55	1.569	4.90	13.43	0.32	0.37	1.25	1.25	1.25	1.25	10.58	0.00	0.00	124.29	80.60	124.36	124.36	0.761	0.000	237.05	0.948																																																																													
CON. 5.1	99.45	0	99.45	1.575	5.10	13.50	0.33	0.39	1.24	1.24	1.24	1.24	11.01	0.00	0.00	125.58	78.98	124.36	124.36	0.760	0.000	236.95	0.948																																																																													
CON. 5.3	103.35	0	103.35	1.581	5.30	13.58	0.34	0.40	1.23	1.23	1.23	1.23	11.44	0.00	0.00	126.87	77.36	124.36	124.36	0.759	0.000	236.85	0.948																																																																													
CON. 5.5	107.25	0	107.25	1.586	5.50	13.66	0.35	0.41	1.22	1.22	1.22	1.22	11.87	0.00	0.00	128.16	75.74	124.36	124.36	0.758	0.000	236.75	0.948																																																																													
CON. 5.7	111.15	0	111.15	1.595	5.70	13.74	0.37	0.43	1.21	1.21	1.21	1.21	12.30	0.00	0.00	129.45	74.12	124.36	124.36	0.757	0.000	236.65	0.948																																																																													
CON. 5.9	115.05	0	115.05	1.600	5.90	13.82	0.38	0.44	1.19	1.19	1.19	1.19	12.73	0.00	0.00	130.74	72.50	124.36	124.36	0.756	0.000	236.55	0.948																																																																													
CON. 6.1	118.95	0	118.95	1.610	6.10	13.91	0.39	0.45	1.18	1.18	1.18	1.18	13.16	0.00	0.00	132.03	70.88	124.36	124.36	0.755	0.000	236.45	0.948																																																																													
CON. 6.3	122.85	0	122.85	1.618	6.30	14.00	0.40	0.47	1.17	1.17	1.17	1.17	13.59	0.00	0.00	133.32	69.26	124.36	124.36	0.754	0.000	236.35	0.948																																																																													
CON. 6.5	126.75	0	126.75	1.626	6.50	14.09	0.41	0.48	1.16	1.16	1.16	1.16	14.02	0.00	0.00	134.61	67.64	124.36	124.36	0.753	0.000	236.25	0.948																																																																													
CON. 6.7	130.65	0	130.65	1.634	6.70	14.18	0.42	0.49	1.15	1.15	1.15	1.15	14.45	0.00	0.00	135.90	66.02	124.36	124.36	0.752	0.000	236.15	0.948																																																																													
CON. 6.9	134.55	0	134.55	1.642	6.90	14.28	0.43	0.50	1.14	1.14	1.14	1.14	14.88	0.00	0.00	137.19	64.40	124.36	124.36	0.751	0.000	236.05	0.948																																																																													
CON. 7.1	138.45	0	138.45	1.651	7.10	14.38	0.44	0.52	1.13	1.13	1.13	1.13	15.31	0.00	0.00	138.48	62.78	124.36	124.36	0.750	0.000	235.95	0.948																																																																													
CON. 7.3	142.35	0	142.35	1.660	7.30	14.48	0.45	0.53	1.12	1.12	1.12	1.12	15.74	0.00	0.00	139.77	61.16	124.36	124.36	0.749	0.000	235.85	0.948																																																																													
CON. 7.5	146.25	0	146.25	1.668	7.50	14.58	0.47	0.54	1.10	1.10	1.10	1.10	16.17	0.00	0.00	141.06	59.54	124.36	124.36	0.748	0.000	235.75	0.948																																																																													
CON. 7.7	150.15	0	150.15	1.677	7.70	14.68	0.48	0.55	1.09	1.09	1.09	1.09	16.60	0.00	0.00	142.35	57.92	124.36	124.36	0.747	0.000	235.65	0.948																																																																													
CON. 7.9	154.05	0	154.05	1.686	7.90	14.79	0.49	0.56	1.08	1.08	1.08	1.08	17.03	0.00	0.00	143.64	56.30	124.36	124.36	0.746	0.000	235.55	0.948																																																																													
CON. 8.1	157.95	0	157.95	1.696	8.10	14.89	0.50	0.57	1.07	1.07	1.07	1.07	17.46	0.00	0.00	144.93	54.68	124.36	124.36	0.745	0.000	235.45	0.948																																																																													
CON. 8.3	161.85	0	161.85	1.705	8.30	15.00	0.51	0.58	1.06	1.06	1.06	1.06	17.89	0.00	0.00	146.22	53.06	124.36	124.36	0.744	0.000	235.35	0.948																																																																													
CON. 8.5	165.75	0	165.75	1.715	8.50	15.12	0.52	0.60	1.05	1.05	1.05	1.05	18.32	0.00	0.00	147.51	51.44	124.36	124.36	0.743	0.000	235.25	0.948																																																																													
CON. 8.7	169.65	0	169.65	1.725	8.70	15.23	0.53	0.61	1.04	1.04	1.04	1.04	18.75	0.00	0.00	148.80	49.82	124.36	124.36	0.742	0.000	235.15	0.948																																																																													
CON. 8.9	173.55	0	173.55	1.736	8.90	15.34	0.54	0.62	1.03	1.03	1.03	1.03	19.18	0.00	0.00	150.09	48.20	124.36	124.36	0.741	0.000	235.05	0.948																																																																													
CON. 9.1	177.45	0	177.45	1.746	9.10	15.46	0.55	0.63	1.02	1.02	1.02	1.02	19.61	0.00	0.00	151.38	46.58	124.36	124.36	0.740	0.000																																																																															

