

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**  
INSCRIZIONE ALBO N° 1027

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
dott. ing. Roberto Bosetti

# autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE  
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO  
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE  
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

1	ELABORATI GENERALI
2.1.28.	STUDI GEOLOGICI E GEOTECNICI Regione Lombardia Relazione geotecnica

0	MAR. 2021	EMISSIONE	ENGE0 S.r.l.	G. BERRERA	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009		<b>DIREZIONE TECNICA GENERALE</b>	IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA:		
NUMERO PROGETTO: 31/09					

INDICE

1	Premesse .....	3
1.1	Inquadramento geografico .....	3
1.2	Normativa di riferimento .....	4
1.3	Elaborati grafici prodotti .....	5
1.4	Report verifiche geotecniche .....	5
2	Indagini geologiche e geotecniche in situ .....	7
2.1	Indagini geognostiche pregresse .....	7
2.1.1	Sondaggi a carotaggio continuo .....	7
2.1.2	Trincee o pozzetti esplorativi .....	10
2.1.3	Prove penetrometriche statiche con punta meccanica .....	12
2.1.4	Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono .....	13
2.1.5	Prove penetrometriche dinamiche .....	15
2.2	Indagini integrative .....	15
3	Analisi di laboratorio .....	17
4	Modello geologico .....	38
5	Elaborazione dei risultati delle indagini in situ .....	39
5.1	Depositi coesivi .....	39
5.1.1	Coesione in condizioni non drenate .....	39
5.1.2	Coesione in condizioni drenate .....	39
5.1.3	Angolo di resistenza al taglio .....	39
5.1.4	Modulo edometrico .....	40
5.2	Depositi granulari .....	40
5.2.1	Angolo di resistenza al taglio .....	40
5.2.2	Modulo elastico .....	40
6	Modello geotecnico .....	42
6.1	Orizzonte A .....	44
6.2	Orizzonte B .....	45
6.3	Orizzonte C .....	45
6.4	Orizzonte D .....	46
6.5	Orizzonte E .....	46
6.6	Modelli geotecnici di dettaglio per i tratti interessati dalle barriere antirumore .....	47
6.6.1	Tratto Km 247+000 - 247+700 .....	48
6.6.2	Tratto Km 248+900 - 250+750 .....	49
6.6.3	Tratto Km 250+750 - 252+500 .....	50
6.6.4	Tratto Km 252+500 - 253+900 .....	51
6.6.5	Tratto Km 255+450 - 256+800 .....	52
6.6.6	Tratto Km 257+650 - 258+900 .....	53
6.6.7	Tratto Km 258+950 - 260+850 .....	54
6.6.8	Tratto Km 260+990 - 262+000 .....	55
6.6.9	Tratto Km 262+000 - 263+700 .....	56
6.6.10	Tratto Km 264+300 - 267+350 .....	57
6.6.11	Tratto Km 267+975 - 269+600 .....	58
6.6.12	Tratto Km 270+000 - 271+200 .....	59
6.6.13	Tratto Km 271+200 - 272+600 .....	60
6.6.14	Tratto Km 273+350 - 274+700 .....	61
6.6.15	Tratto Km 276+750 - 277+900 .....	62
6.6.16	Tratto Km 278+750 - 280+950 .....	63
6.6.17	Tratto Km 280+900 - 282+550 .....	64
6.6.18	Tratto Km 283+250 - 283+600 .....	65

7	Verifiche geotecniche .....	66
7.1	Valutazione della stabilità dei rilevati .....	66
7.1.1	Approccio normativo di verifica .....	66
7.1.2	Analisi statica e pseudostatica .....	66
7.1.3	Analisi dinamica .....	68
7.1.4	Sovraccarico (carico mobile da traffico) .....	70
7.1.5	Sezioni verificate .....	70
7.1.6	Risultati della verifica .....	72
7.2	Valutazione delle bonifiche dei terreni di fondazione .....	182
7.2.1	Metodo di Burmister per la definizione dello spessore di bonifica .....	182
7.2.2	Calcolo degli spessori di bonifica .....	183
7.3	Valutazione dei cedimenti indotti dai rilevati .....	189
7.3.1	Risultati delle verifiche dei cedimenti .....	191
7.4	Valutazione dei tempi di consolidazione dei terreni di fondazione .....	197
7.4.1	Determinazione teorica dell'andamento dei cedimenti nel tempo .....	197
7.4.2	Sezioni verificate e risultati .....	197

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	2 di 211

## 1 PREMESSE

La presente relazione descrive lo studio geotecnico effettuato a supporto della progettazione esecutiva per la realizzazione della terza corsia dell'autostrada A22, "del Brennero", prevista tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314), relativamente al tratto ricadente nella sola Regione Lombardia.

Detto studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente, richiamata nel paragrafo 0, e, in particolare del D.M. 14/01/2008, Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Esso ha comportato:


- l'elaborazione e l'integrazione di tutti i dati geotecnici disponibili, individuati nello studio geologico (cfr. elaborato LOM-GE.1);
- la correlazione dei dati stratigrafici con le caratteristiche geotecniche e la definizione, per orizzonti omogenei, con metodo statistico, dei parametri da utilizzare per le valutazioni progettuali delle opere minori;
- l'individuazione, per ciascun parametro, dei metodi di elaborazione da utilizzare, sulla base della tipologia e della quantità dei dati di input;
- l'effettuazione dei seguenti verifiche, per i nuovi rilevati:
  - valutazione dello spessore delle bonifiche dei terreni di fondazione;
  - valutazione della stabilità globale dell'insieme rilevato-terreno di fondazione, per tutti i rilevati più significativi;
  - valutazione dei cedimenti, per tutti i rilevati più significativi;
  - valutazione dei tempi di consolidazione dei terreni di fondazione a seguito della realizzazione dei rilevati ed eventuale verifica di sistemi di accelerazione dei cedimenti residui (dreni verticali).

### 1.1 Inquadramento geografico

Il tratto lombardo dell'autostrada A22 "del Brennero", ha una lunghezza di quasi una quarantina di chilometri, collegando all'incirca le chilometriche 246 e 284 (cfr. immagine aerea di Fig. 1).

Esso ricade interamente in provincia di Mantova, interessando più a nord, i comuni di Roverbella, San Giorgio, Mantova, Virgilio e Bagnolo San Vito, mentre, a sud del fiume Po, attraversa i comuni di San Benedetto Po, Pegognaga e Gonzaga.

In questo tratto, l'infrastruttura attraversa una porzione di pianura padana in cui gli unici elementi geografici significativi sono i corsi d'acqua: in particolare il Po e il Mincio.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	3 di 211



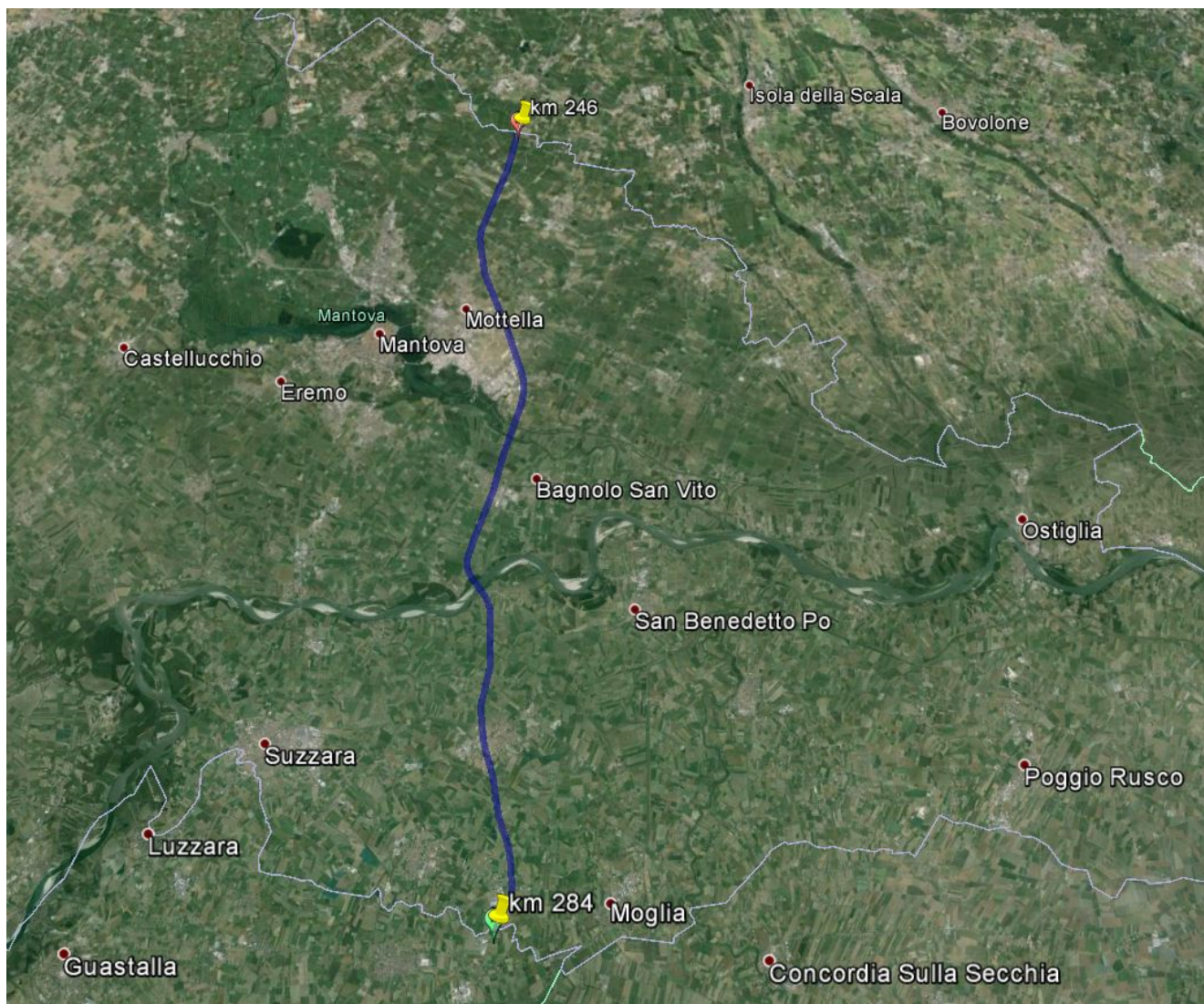


FIG. 1 – IMMAGINE AEREA DEL TRATTO DI AUTOSTRADA LOMBARDO OGGETTO D'INTERVENTO  
 (DA GOOGLE EARTH)

## 1.2 Normativa di riferimento

- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008, Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	4 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito - UNI
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

### 1.3 Elaborati grafici prodotti

A supporto della presente relazione sono stati redatti gli elaborati grafici indicati nella seguente tabella (cfr. Tab. 1– Elaborati grafici prodotti):

<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>	<b>Scala</b>
LOM-GT.2.1	Modello geotecnico (Tav. 1/5)	D=1:5.000, H=1:500
LOM-GT.2.2	Modello geotecnico (Tav. 2/5)	D=1:5.000, H=1:500
LOM-GT.2.3	Modello geotecnico (Tav. 3/5)	D=1:5.000, H=1:500
LOM-GT.2.4	Modello geotecnico (Tav. 4/5)	D=1:5.000, H=1:500
LOM-GT.2.5	Modello geotecnico (Tav. 5/5)	D=1:5.000, H=1:500

TAB. 1– ELABORATI GRAFICI PRODOTTI

### 1.4 Report verifiche geotecniche

I risultati delle indagini geognostiche utilizzati nel presente studio sono riportati negli allegati elencati nella seguente tabella (cfr. Tab. 2– Allegati con report delle indagini geognostiche):

<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>
LOM-GE.5.1.1	Report indagini geognostiche - Stratigrafie sondaggi 1/2
LOM-GE.5.1.2	Report indagini geognostiche - Stratigrafie sondaggi 2/2
LOM-GE.5.2.1	Report indagini geognostiche - Prove penetrometriche 1/2
LOM-GE.5.2.2	Report indagini geognostiche - Prove penetrometriche 2/2
LOM-GE.5.3.1	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 1/5
LOM-GE.5.3.2	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 2/5
LOM-GE.5.3.3	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 3/5
LOM-GE.5.3.4	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 4/5

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	5 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
<b>AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G.</b> Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>
LOM-GE.5.3.5	Report indagini geognostiche - Analisi di laboratorio 5/5
LOM-GE.5.4	Report indagini geognostiche - Sismica
LOM-GE.5.5	Report indagini geognostiche - Sondaggi con escavatore

TAB. 2– ALLEGATI CON REPORT DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Va chiarito che nell'elaborato LOM-GE.5.4 sono riportati i risultati delle indagini sismiche la cui ubicazione è raffigurata nella Carta geolitologica con ubicazione indagini (cfr. elaborati LOM-GE.2.1, LOM-GE.2.2, LOM-GE.2.3, LOM-GE.2.4 e LOM-GE.2.5), ma che questi dati non saranno analizzati nella presente relazione. Per la trattazione di tale argomento si rimanda alla Relazione sismica.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	<b>Elaborato</b>	<b>Data</b>	<b>Agg.</b>	<b>Pag.</b>
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	6 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

## 2 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE IN SITU

### 2.1 Indagini geognostiche pregresse

Per ricostruire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni dell'area oggetto di studio, sono stati considerati, innanzitutto, i dati pregressi.

In particolare, va sottolineata la vasta mole di informazioni fornite dalle campagne geognostiche effettuate dopo la redazione del progetto definitivo dell'intervento in esame.

Nei successivi paragrafi, sono descritte le varie tipologie di indagini di cui si sono potuti esaminare i risultati.

#### 2.1.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Per la conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti lungo il tratto di infrastruttura oggetto d'intervento sono stati eseguiti 94 sondaggi a carotaggio continuo.

In Tab. 3, per ciascun sondaggio sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- eventuale prova *down-hole* effettuata nel foro di sondaggio
- eventuale piezometro installato nel foro di sondaggio
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	Codice	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	down hole	piezometro	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-SC1-PZ	33	247+020	25		X	5012027,9	646420,26
MN	MN-SC2-DH	31,6	247+619	40	X		5011457,32	646213,31
MN	MN-SC3-DH	31	247+650	40	X		5011402,05	646334,75
MN	MN-SC4-DH	30	248+384	40	X		5010698,64	646120,84
MN	MN-SC5-PZ	30	248+439	40		X	5010626,59	646157,09
MN	MN-SC6-PZ	30	248+904	45		X	5010172,79	646054,49
MN	MN-SC7-DH	30,5	248+956	45	X		5010176,55	645880,22
MN	MN-SC8-DH	30	251+036	45	X		5008158,91	645354,35
MN	MN-SC9-PZ	29,5	251+093	45		X	5008131,91	645255,49
MN	MN-SC10-PZ	29	251+926	45		X	5007267,22	645057,01
MN	MN-SC11-DH	28,5	252+127	45	X		5007131,18	644879,02
MN	MN-SC12-PZ	27	254+303	45		X	5004948,11	645267,58

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	7 di 211



provincia	Codice	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	down hole	piezometro	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-SC13-DH	26,5	254+319	45	X		5004976,13	645403,68
MN	MN-SC14-DH	27	254+896	45	X		5004444,56	645642,52
MN	MN-SC15-PZ	26	254+922	45		X	5004363,53	645502,44
MN	MN-SC16-PZ	26	255+020	25		X	5004304,63	645595,65
MN	MN-SC17-DH	25	255+747	45	X		5003643,24	645902,31
MN	MN-SC18-PZ	24,5	255+860	45		X	5003510,77	645873,91
MN	MN-SC19	23	256+123	22			5003290,95	646036,1
MN	MN-SC20-PZ	23,5	256+205	22		X	5003185,02	645986,71
MN	MN-SC21-DH	23	257+772	45	X		5001732,03	646579,12
MN	MN-SC22-PZ	23	257+858	45		X	5001617,92	646504,23
MN	MN-SC23-PZ	22	258+504	45		X	5001016,18	646744,44
MN	MN-SC24-DH	22	258+526	45	X		5001008,94	646801,86
MN	MN-SC25-DH	21,5	259+577	45	X		5000008,68	647144,91
MN	MN-SC26-PZ	21,5	259+585	45		X	4999985,38	647057,27
MN	MN-SC27-DH	22	260+560	45	X		4999011,5	647201,02
MN	MN-SC28-PZ	22	260+614	45		X	4998970,6	647094,08
MN	MN-SC29-PZ	18,6	261+700	30		X	4997937,85	646840,58
MN	MN-SC30-DH	17	261+911	50	X		4997737,25	646708,8
MN	MN-SC31-DH	16,6	262+059	50	X		4997591,64	646679,84
MN	MN-SC32-DH	14	262+655	35	X		4997012,72	646536,78
MN	MN-SC33-DH	19,5	264+683	45	X		4995032,39	646094,62
MN	MN-SC34-PZ	19	264+717	45		X	4995020,13	646039,51
MN	MN-SC35-PZ	18	264+910	25		X	4994735,82	646294,41
MN	MN-SC36-DH	18,5	264+979	45	X		4994743,85	646026,55
MN	MN-SC37-PZ	18,5	264+986	45		X	4994747,76	645980,07
MN	MN-SC38-DH	17,5	265+892	45	X		4993858,57	645792,22
MN	MN-SC39-PZ	17,5	265+931	45		X	4993856,7	645675,53
MN	MN-SC40-DH	17	269+157	60	X		4990742,73	645125,23
MN	MN-SC41-DH	17,5	269+357	60	X		4990574,6	645236,92
MN	MN-SC42-DH	17,7	269+537	60	X		4990429,2	645339,79
MN	MN-SC43-DH	16	270+059	60	X		4990003,85	645644,93
MN	MN-SC44-PZ	18	270+706	30		X	4989438,69	645940,95
MN	MN-SC45-DH	17	272+168	50	X		4987982,69	646060,73
MN	MN-SC46-PZ	17	272+177	50		X	4987974,83	646000,36
MN	MN-SC47-DH	17	273+588	50	X		4986560,81	646033,19
MN	MN-SC48-PZ	17	273+601	50		X	4986563,09	645955,21
MN	MN-SC49	18,5	276+618	30			4983578,23	645964,02
MN	MN-SC50-PZ	18,5	276+703	30		X	4983486,36	645950,71
MN	MN-SC51-PZ	16,5	276+716	25		X	4983376,89	645624,26
MN	MN-SC52-PZ	18,95	279+000	25		X	4981237,41	646479,85
MN	MN-SC53-DH	17	283+301	50	X		4977123,42	646749,36
MN	MN-SC54-PZ	17	283+309	50		X	4977079,06	646826,26
MN	MN-SC55	32,5	246+110	18,6			5012922,46	646608,15

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
<b>AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G.</b> Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

provincia	Codice	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	down hole	piezometro	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-SC56	30	248+030	18,6			5011042,08	646230,54
MN	MN-SC57	30	248+930	20,7			5010180,7	645971,86
MN	MN-SC58	28,5	250+700	20,3			5008502,94	645409,22
MN	MN-SC59	28	252+030	18,6			5007227,51	645035,31
MN	MN-SC60	27	253+570	18,6			5005701,66	645206,49
MN	MN-SC61	25	254+970	20,7			5004372,9	645575,27
MN	MN-SC62	24	255+840	18,4			5003554,47	645953,46
MN	MN-SC63	24,2	256+720	15			5002725,55	646203,84
MN	MN-SC64	20,5	258+580	20,7			5000960,01	646789,24
MN	MN-SC65	16	261+920	20			4997714,92	646792,11
MN	MN-SC66	15	262+050	31,3			4997592,05	646751,8
MN	MN-SC67	24	262+240	30,4			4997407,68	646702,6
MN	MN-SC68	16	262+490	30			4997171,52	646626,45
MN	MN-SC69	15,5	262+520	31,4			4997137,06	646612,91
MN	MN-SC70	16,5	262+620	31,7			4997045,6	646592,16
MN	MN-SC71	14,5	262+670	38,5			4996997,52	646573,36
MN	MN-SC72	16	262+750	29,7			4996919,6	646550,26
MN	MN-SC73	13,5	262+880	32,8			4996794,94	646513,16
MN	MN-SC74	14	263+140	40,3			4996544,72	646440,41
MN	MN-SC75	12	263+400	27,7			4996297,48	646369,4
MN	MN-SC76	12,5	263+650	20,4			4996049,74	646307,94
MN	MN-SC77	15,5	267+210	20,3			4992638,66	645320,66
MN	MN-SC78	16,3	268+820	55,8			4991073	645017,95
MN	MN-SC79	17,7	269+460	35,8			4990513,47	645308,74
MN	MN-SC80	16	270+070	29,1			4990014,25	645660,59
MN	MN-SC81	18,4	270+090	54			4989997,63	645673,62
MN	MN-SC82	16	271+200	23,3			4988962,71	646002,17
MN	MN-SC83	15,5	272+150	21,6			4988015,85	646026,97
MN	MN-SC84	16,5	274+120	20,6			4986061,01	645896,89
MN	MN-SC85	15,6	275+660	15,5			4984533,49	645809,72
MN	MN-SC86	16,5	276+710	20,3			4983487,47	645970,99
MN	MN-SC87	15,5	280+570	20,7			4979765,15	646923,8
MN	MN-SC88	17	283+330	20,7			4977098,88	646771,66
MN	MN-SC89-DH	17,5	276+274	45	X		4983921,73	645954,82
MN	MN-SC90-PZ	17,5	276+290	45		X	4983885,87	645816,35
MN	MN-SC91-DH	22	258+583	45	X		5000942,69	646773,4
MN	MN-SC92-PZ	22,2	258+620	45		X	5000923,06	646832,84
MN	MN-SC93-DH	20	275+633	45	X		4984555,85	645764,57
MN	MN-SC94-PZ	19	275+646	45		X	4984552,25	645850,08

TAB. 3– TABELLA RIEPILOGATIVA DEI SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO PREGRESSI

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	9 di 211

I report con le stratigrafie rilevate nel corso dei sondaggi e i risultati delle prove in foro sono riportati negli elaborati LOM-GE.5.1.1 e LOM-GE.5.1.2 dello studio geologico.

Per le analisi dei campioni prelevati si rimanda, invece, agli elaborati LOM-GE.5.3.1, LOM-GE.5.3.2, LOM-GE.5.3.3, LOM-GE.5.3.4 e LOM-GE.5.3.5 sempre dello studio geologico.

### 2.1.2 Trincee o pozzetti esplorativi

Per l'approfondimento della conoscenza dei soli terreni più superficiali, in corrispondenza della fascia di spartitraffico, è stata eseguita una campagna di trincee e pozzetti che, nel tratto in esame ha previsto la realizzazione di 70 indagini.

In Tab. 4 per ciascun saggio sono riportati:

- provincia
- codice
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-T1	246+200	- 2,0 m	5012832,41	646606,76
MN	MN-T2	246+700	- 2,1 m	5012341,81	646508,20
MN	MN-T3	247+200	- 2,1 m	5011851,89	646410,09
MN	MN-T4	247+700	- 2,2 m	5011361,12	646312,98
MN	MN-T5	248+200	- 2,0 m	5010870,71	646211,15
MN	MN-T6	248+700	- 2,0 m	5010392,29	646063,32
MN	MN-T7	249+200	- 2,1 m	5009918,37	645903,67
MN	MN-T8	249+700	- 2,1 m	5009444,23	645745,29
MN	MN-T9	250+200	- 2,1 m	5008970,10	645586,49
MN	MN-T10	250+700	- 2,1 m	5008496,44	645427,30
MN	MN-T11	251+200	- 2,0 m	5008021,47	645270,03
MN	MN-T12	251+700	- 2,2 m	5007547,28	645112,17
MN	MN-T13	252+200	- 2,1 m	5007058,49	645043,60
MN	MN-T14	252+750	- 2,1 m	5006514,20	645100,27
MN	MN-T15	253+200	- 2,1 m	5006069,51	645168,98
MN	MN-T16	253+700	- 2,1 m	5005574,62	645245,24
MN	MN-T17	254+200	- 2,1 m	5005085,92	645332,28
MN	MN-T18	254+700	- 2,0 m	5004618,75	645504,24
MN	MN-T19	255+200	- 2,1 m	5004149,96	645680,65
MN	MN-T20	255+700	- 2,1 m	5003683,42	645859,82
MN	MN-T21	256+250	- 2,3 m	5003170,88	646063,39
MN	MN-T22	256+780	- 2,0 m	5002675,82	646247,87

provincia	codice	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-T23	257+200	- 2,3 m	5002277,78	646383,64
MN	MN-T24	257+700	- 1,8 m	5001802,53	646538,74
MN	MN-T25	258+200	- 1,7 m	5001327,34	646691,66
MN	MN-T26	258+720	- 2,4 m	5000831,64	646850,76
MN	MN-T27	259+200	- 2,2 m	5000374,97	646996,90
MN	MN-T28	259+700	- 2,5 m	4999887,75	647123,61
MN	MN-T29	260+200	- 1,8 m	4999387,41	647165,52
MN	MN-T30	260+700	- 1,8 m	4998887,48	647120,29
MN	MN-T31	261+200	- 1,6 m	4998399,37	647002,97
MN	MN-T32	261+700	- 2,4 m	4997919,15	646863,44
MN	MN-T33	263+620	- 2,3 m	4996076,59	646331,21
MN	MN-T34	264+000	- 2,4 m	4995706,75	646244,31
MN	MN-T35	264+500	- 1,5 m	4995220,14	646132,58
MN	MN-T36	264+900	- 2,0 m	4994829,62	646043,60
MN	MN-T37	265+550	- 1,6 m	4994218,12	645826,96
MN	MN-T38	266+000	- 1,6 m	4993791,94	645682,77
MN	MN-T39	266+500	- 2,1 m	4993317,58	645522,05
MN	MN-T40	266+900	- 2,1 m	4992939,59	645394,61
MN	MN-T41	267+500	- 2,2 m	4992356,11	645246,19
MN	MN-T42	268+000	- 2,3 m	4991877,57	645104,10
MN	MN-T43	268+500	- 2,0 m	4991394,22	644966,36
MN	MN-T44	270+750	- 2,3 m	4989410,70	645972,68
MN	MN-T45	271+200	- 2,4 m	4988962,92	646025,54
MN	MN-T46	271+700	- 2,3 m	4988463,16	646035,90
MN	MN-T47	272+200	- 2,3 m	4987963,26	646047,21
MN	MN-T48	272+700	- 2,3 m	4987463,94	646056,95
MN	MN-T49	273+200	- 2,3 m	4986963,91	646068,15
MN	MN-T50	273+700	- 2,1 m	4986468,27	645997,37
MN	MN-T51	274+200	- 2,0 m	4985978,37	645898,86
MN	MN-T52	274+700	- 2,0 m	4985486,95	645806,27
MN	MN-T53	275+200	- 2,5 m	4984992,11	645773,41
MN	MN-T54	275+780	- 2,3 m	4984415,55	645836,30
MN	MN-T55	276+200	- 1,8 m	4983998,53	645883,50
MN	MN-T56	276+700	- 2,3 m	4983513,22	645984,47
MN	MN-T57	277+200	- 2,1 m	4983033,26	646126,20
MN	MN-T58	277+700	- 2,0 m	4982553,28	646267,87
MN	MN-T59	278+200	- 2,2 m	4982062,24	646369,60
MN	MN-T60	278+700	- 2,4 m	4981569,10	646451,84
MN	MN-T61	279+200	- 2,4 m	4981075,61	646534,52
MN	MN-T62	279+700	- 2,1 m	4980597,80	646663,51
MN	MN-T63	280+200	- 2,0 m	4980124,05	646823,18
MN	MN-T64	280+700	- 2,1 m	4979649,04	646980,98
MN	MN-T65	281+200	- 2,3 m	4979152,55	647067,99
MN	MN-T66	281+700	- 2,5 m	4978655,09	647113,38



provincia	codice	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-T67	282+200	- 2,3 m	4978155,77	647152,04
MN	MN-T68	282+700	- 2,2 m	4977660,06	647052,06
MN	MN-T69	283+150	- 2,0 m	4977249,34	646865,83
MN	MN-T70	283+700	- 2,3 m	4976748,32	646636,49

TAB. 4– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE TRINCEE O POZZETTI ESPLORATIVI PREGRESSI

Le stratigrafie rilevate nel corso dei sondaggi sono riportate nel report di cui all'elaborato LOM-GE.5.5 dello studio geologico.

### 2.1.3 Prove penetrometriche statiche con punta meccanica

Le prove penetrometriche statiche, o CPT (*Cone Penetration Test*), sono delle indagini, eseguite in situ, per poter determinare la stratificazione e le proprietà meccaniche del terreno.

Sviluppate negli anni cinquanta in Olanda, sono oggi, in Italia, uno dei più usati ed accettati test di campagna. Sono indicate per tutte le tipologie di terreni, a parte in presenza di orizzonti ghiaiosi o di sabbie molto addensate, che non si riescono ad attraversare.

Uno dei principali vantaggi delle prove penetrometriche è la possibilità di ottenere dei dati in continuo. Esse, infatti, consistono nell'infissione all'interno del terreno, a velocità standardizzata costante, pari a 2 cm/s ± 0.5 cm/s, di una punta.

Per separare la resistenza alla punta da quella dovuta all'attrito lungo la batteria di aste, si agisce su una serie di aste interne ed indipendenti da quelle principali: esse agiscono direttamente solo sulla punta che può, così, penetrare di qualche centimetro prima di trascinare anche le aste esterne.


Abitualmente si fa uso della punta meccanica "di *Begemann*" (dal nome dell'ingegnere che l'ha progettata e realizzata), dotata di un manicotto cilindrico, posto sopra la punta stessa.

Anche le dimensioni della punta e del manicotto sono standardizzate, come di seguito elencato:

- diametro di base del cono  $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono  $\beta = 60^\circ$

Spingendo sulle aste interne si fa penetrare dapprima la punta e si effettua la prima lettura; dopo circa 40 mm di penetrazione, viene agganciato anche il manicotto cilindrico e si misura pertanto la resistenza alla punta più quella dovuta all'attrito sul manicotto (seconda lettura). Per differenza si può ottenere, pertanto, anche il valore dell'attrito laterale (adesione terreno-acciaio). Infine spingendo sulle aste esterne, si ricompatta dapprima la punta precedentemente estesa (senza nessuna misura) e, insistendo, si può misurare lo sforzo totale necessario per far avanzare la punta, il manicotto e la batteria di aste esterne.

Nel tratto in esame sono state realizzate 9 prove CPT: 7.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	12 di 211

In Tab. 5, per ciascuna prova, sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice PROVA	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-CPT1	28,5	252+205	8,00	5007048,12	644986,77
MN	MN-CPT2	25,0	255+218	9,00	5004137,15	645708,42
MN	MN-CPT3	16,5	267+275	6,80	4992556,38	645326,75
MN	MN-CPT4	17,5	272+014	9,00	4988136,61	645978,82
MN	MN-CPT5	16,5	276+712	25,00	4983384,43	645637,42
MN	MN-CPT6	16,5	276+741	25,00	4983333,66	645566,63
MN	MN-CPT7	16,5	276+753	25,00	4983350,22	645664,98
MN	MN-CPT8	16,2	279+754	7,80	4980542,04	646710,84
MN	MN-CPT9	16,3	282+471	6,80	4977881,03	647066,37

TAB. 5– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE CPT PREGRESSE

I report con i risultati delle prove CPT sono riportati nell'elaborato LOM-GE.5.2.1 dello studio geologico.

#### 2.1.4 Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono

Queste prove consistono nella misurazione della resistenza alla penetrazione di una punta elettrica dotata di piezocono, di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $V = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$ ). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta, che agisce su una batteria di aste (aste cave con il cavo di trasmissione dati all'interno), alla cui estremità inferiore è collegata la punta con piezocono.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura estensimetrico collegato alla punta ed al manicotto dell'attrito laterale, e da un trasduttore di pressione per la misura della pressione interstiziale dei pori, cioè il carico idraulico istantaneo presente nell'intorno della punta, attraverso un setto poroso opportunamente saturato e disareato.

I dati delle resistenze alla punta, al manicotto laterale, della pressione dei pori e dell'inclinazione della punta vengono registrate su supporti magnetici e successivamente elaborati.

Nel tratto in esame sono state realizzate 25 prove CPTU.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	13 di 211

In Tab. 6, per ciascuna prova, sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice PROVA	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-CPTU1	33,0	247+020	25,00	5012024,62	646434,13
MN	MN-CPTU2	26,0	255+020	25,13	5004308,03	645608,51
MN	MN-CPTU3	25,0	255+769	41,60	5003623,74	645916,74
MN	MN-CPTU4	24,5	255+877	34,14	5003494,83	645880,51
MN	MN-CPTU5	23,0	257+772	45,00	5001739,85	646607,98
MN	MN-CPTU6	23,0	257+861	45,00	5001623,31	646531,86
MN	MN-CPTU7	22,0	258+526	44,40	5000994,98	646752,14
MN	MN-CPTU8	22,0	258+549	45,00	5000989,70	646807,97
MN	MN-CPTU9	21,5	259+565	38,10	5000005,36	647054,77
MN	MN-CPTU10	21,5	259+599	44,00	4999994,30	647168,63
MN	MN-CPTU11	22,0	260+580	45,00	4998993,75	647183,52
MN	MN-CPTU12	22,0	260+640	42,00	4998944,61	647093,38
MN	MN-CPTU13	18,6	261+700	30,06	4997933,75	646854,36
MN	MN-CPTU14	19,5	264+683	41,22	4995026,97	646120,39
MN	MN-CPTU15	19,0	264+732	45,00	4994995,40	646034,38
MN	MN-CPTU16	18,0	270+706	30,10	4989441,15	645952,77
MN	MN-CPTU17	17,0	272+152	43,40	4988000,17	646059,27
MN	MN-CPTU18	17,0	272+160	45,00	4987990,25	645986,26
MN	MN-CPTU19	17,0	273+588	45,00	4986576,11	645948,62
MN	MN-CPTU20	17,0	273+601	45,00	4986546,30	646039,17
MN	MN-CPTU21	19,0	279+000	25,00	4981239,80	646494,26
MN	MN-CPTU22	17,0	283+309	32,70	4977088,75	646803,62
MN	MN-CPTU23	17,0	283+319	31,36	4977107,19	646742,58
MN	MN-CPTU24	17,5	276+274	43,71	4983918,72	645930,45
MN	MN-CPTU25	17,5	276+283	44,83	4983896,61	645841,39

TAB. 6– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE CPTU PREGRESSE

I report con le tabelle e i grafici dei valori di resistenza, rilevati nel corso delle prove CPTU, sono riportati negli elaborati LOM-GE.5.2.1 e LOM-GE.5.2.2 dello studio geologico.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	14 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

### 2.1.5 Prove penetrometriche dinamiche

Le indagini denominate SCPT sono delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti.

Tali prove consistono nell'infissione nel terreno di una punta conica tramite battitura con un maglio di massa pari a 63.5 Kg e con altezza di caduta di 75 cm e la conseguente determinazione del numero di colpi necessari ad infiggere la punta conica (area della punta 20.43 cm<sup>2</sup>) e le aste ad essa collegate, per una profondità di 20 cm.

Nel tratto in esame sono state realizzate 4 prove SCPT.

In Tab. 7, per ciascuna prova, sono riportati:

- provincia
- codice
- quota in m s.l.m.
- progressiva chilometrica
- massima profondità raggiunta in m
- latitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N
- longitudine nel sistema WGS84 UTM zona 32 N

provincia	codice PROVA	quota (m)	progressiva (km)	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-SCPT1	23,0	258+165	- 8,00 m	5001361,60	646710,01
MN	MN-SCPT2	18,0	261+340	- 7,00 m	4998248,68	646988,51
MN	MN-SCPT3	14,5	264+153	- 9,00 m	4995544,80	646242,11
MN	MN-SCPT4	17,5	273+542	- 9,00 m	4986619,43	645970,02

TAB. 7– TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE CPTU PREGRESSE

I report con le tabelle e i grafici dei valori di resistenza, rilevati nel corso delle prove SCPT, sono riportati nell'elaborato LOM-GE.5.2.2 dello studio geologico.

## 2.2 Indagini integrative

Alla luce delle necessità progettuali e, soprattutto, di quanto ricostruito grazie alla raccolta e analisi critica della documentazione esistente, relativa all'area oggetto d'intervento, descritta nel capitolo 2, all'interno del presente studio, è stato pianificato un programma di indagini integrative.

Dette indagini sono state eseguite dalla ditta Intergeo s.r.l. di Modena tra l'ottobre e il dicembre 2015.

Come indicato in Tab. 8, nel tratto lombardo sono state realizzate 18 prove CPTU: solo la prova MN-CPTU35 è stata interrotta prima dei 30 m di profondità, riuscendo comunque a indagare un discreto spessore di sottosuolo, pari a 10,42 m.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	15 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
<b>AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G.</b> Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

In 7 casi, per l'attraversamento dell'orizzonte più superficiale, è stato necessario realizzare un preforo tramite sondaggio a carotaggio continuo.

provincia	codice prova	sondaggio di preforo	quota (m)	progressiva (km)	eseguita nel	profondità (m)	latitudine WGS84 UTM zona 32 N	longitudine WGS84 UTM zona 32 N
MN	MN-CPTU26	si	31,10	249+109	ott-15	- 31,60 m	5010031,66	645905,28
MN	MN-CPTU27	si	30,85	250+550	ott-15	- 33,00 m	5008648,48	645440,05
MN	MN-CPTU28	si	27,50	253+874	ott-15	- 33,00 m	5005393,17	645232,67
MN	MN-CPTU29	si	17,70	266+002	ott-15	- 33,00 m	4993768,64	645707,83
MN	MN-CPTU30	si	16,60	268+020	nov-15	- 30,00 m	4991837,69	645132,78
MN	MN-CPTU31	si	16,50	270+467	nov-15	- 30,00 m	4989676,6	645895,86
MN	MN-CPTU32	si	16,78	278+162	ott-15	- 33,00 m	4982082,31	646332,11
MN	MN-CPTU33		29,50	251+449	dic-15	- 30,00 m	5007747,89	645281,56
MN	MN-CPTU34		28,50	252+750	dic-15	- 30,00 m	5006504,38	645035,64
MN	MN-CPTU35		16,60	262+057	nov-15	- 10,42 m	4997583,00	646715,05
MN	MN-CPTU36		21,00	262+412	nov-15	- 30,00 m	4997247,23	646600,09
MN	MN-CPTU37		14,00	262+647	nov-15	- 35,00 m	4997013,89	646559,09
MN	MN-CPTU38		14,00	263+111	nov-15	- 35,00 m	4996575,70	646403,16
MN	MN-CPTU39		12,50	263+656	dic-15	- 30,00 m	4996028,22	646348,04
MN	MN-CPTU40		17,00	268+608	dic-15	- 30,00 m	4991288,47	645027,31
MN	MN-CPTU41		17,00	269+171	dic-15	- 30,00 m	4990754,17	645169,90
MN	MN-CPTU42		16,50	270+090	dic-15	- 30,00 m	4990001,87	645695,98
MN	MN-CPTU43		16,50	276+756	dic-15	- 30,00 m	4983370,57	646098,68

**TAB. 8 – INDAGINI GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE RELATIVE AL TRATTO AUTOSTRADALE IN ESAME**

Anche i report con le tabelle e i grafici dei valori di resistenza rilevati nel corso delle prove CPTU integrative sono riportati nell'elaborato LOM-GE.5.2.2 dello studio geologico.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	16 di 211

### 3 ANALISI DI LABORATORIO

Come anticipato precedentemente (cfr. paragrafo 2.1.1), nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati campioni che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio.

I risultati di tali analisi sono riportati negli elaborati LOM-GE.5.3.1, LOM-GE.5.3.2, LOM-GE.5.3.3, LOM-GE.5.3.4 e LOM-GE.5.3.5 dello studio geologico e, più sinteticamente, nelle seguenti tabelle:

- in Tab. 9 i risultati delle prove di classificazione e di quelle per la determinazione dei pesi di volume
- in Tab. 10 i risultati delle prove per la determinazione dei contenuti d'acqua e delle analisi granulometriche.
- in Tab. 11 i risultati delle prove triassiali
- in Tab. 12 i risultati delle prove a compressione assiale semplice non confinata (espansione libera laterale) e di taglio diretto
- in Tab. 13 i risultati delle prove edometriche (Modulo Edometrico)
- in Tab. 14 i risultati delle prove edometriche (Coefficiente di Consolidazione)
- in Tab. 15 i risultati delle prove edometriche (Permeabilità)

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				LL	LP	IP	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
MN-SC1-PZ	SH1 (A)	4.50-5.00	Limo con argilla sabbioso	30.4%	21.6%	8.8%		20.30		27.03
MN-SC1-PZ	SH2 (B)	6.00-6.50	Limo argilloso	36.6%	17.2%	19.5%		19.19		
MN-SC1-PZ	SH3 (C)	9.30-9.80	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A-3	17.57		
MN-SC1-PZ	SPT1	1.50-1.95	Argilla con limo con sabbia	30.4%	16.8%	13.4%	A-6			
MN-SC1-PZ	SPT3	12.00-12.45	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC1-PZ	SPT5	21.00-21.45	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC2-DH	SH1	5.80-6.40	Limo argilloso	28.7%	25.3%	3.4%	A-4	20.03	16.15	
MN-SC2-DH	CR1	20.00-20.50	Sabbia				A-3			
MN-SC2-DH	CR2	32.70-33.20	Limo argilloso	34.6%	27.5%	7.1%	A-4			
MN-SC3-DH	SH1	7.20-7.80	Limo argilloso	33.5%	28.5%	6.0%	A-4			
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00	da Limo sabbioso debolmente argilloso a Sabbia debolmente limosa							26.26
MN-SC4-DH	CR1	3.00-3.30	Limo argilloso con resti di sostanze organiche vegetali	19.0%	18.0%	1.0%	A-4	20.68		
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00	da Limo con sabbia debolmente argilloso a Sabbia limosa	N.D.	N.P.	N.P.	A-4			25.87
MN-SC5-PZ	CR1	3.00-3.30	Limo debolmente sabbioso argilloso	23.0%	18.0%	5.0%	A-4	20.38		
MN-SC11-DH	SH1	18.00-18.50	Sabbia e parte con					17.54		25.87

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				L	P	IP	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
			alternanze limoso argillose							
MN-SC16-PZ	SH1 (A)	6.00-6.60	Limo con argilla debolmente sabbioso	29.6%	16.0%	13.6%		20.22		26.82
MN-SC16-PZ	SPT1-A	1.50-1.95	Argilla limosa	23.5%	16.8%	16.7%	A-6			27.34
MN-SC16-PZ	SPT1-B	1.50-1.95	Sabbia limosa	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC16-PZ	SPT2	4.50-4.95	Limo con sabbia argilloso	N.D.	N.P.	0.0%	A-4			26.92
MN-SC16-PZ	SPT3	9.00-9.45	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	Limo con argilla debolmente sabbioso					18.82	15.10	26.17
MN-SC17-DH	CR2	12.80-13.00	Limo con sabbia argilloso	36.0%	23.0%	13.0%				26.17
MN-SC17-DH	CR4	32.00-32.20	Limo con argilla debolmente sabbioso	56.0%	30.0%	26.0%				25.97
MN-SC17-DH	CR5	40.80-41.00	Limo con sabbia argilloso	36.0%	23.0%	13.0%				26.36
MN-SC18-PZ	SH1	4.25-4.65	da Sabbia con Limo a Limo con argilla sabbioso					20.01	16.88	25.68
MN-SC18-PZ	CR3	24.80-25.00	Limo argilloso debolmente sabbioso	44.0%	24.0%	20.0%				26.56
MN-SC18-PZ	CR4	31.00-31.20	Limo argilloso debolmente sabbioso	48.0%	34.0%	14.0%				26.46
MN-SC20-PZ	CR4	5.20-5.70	Limo	36.2%	28.8%	7.4%				
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20	Sabbia con limo e alternanze di livelli limo-sabbiosi e sabbioso-limosi					18.69	14.57	26.07
MN-SC21-DH	CR2	4.85-5.00	Argilla con limo	54.0%	34.0%	20.0%				25.28
MN-SC21-DH	CR4	21.70-21.90	Limo con argilla debolmente sabbioso	36.0%	21.0%	15.0%				25.77
MN-SC21-DH	CR5	22.80-23.00	Limo argilloso	46.0%	27.0%	19.0%				25.48
MN-SC21-DH	CR6	32.00-32.20	Argilla con limo	51.0%	29.0%	22.0%				26.26
MN-SC21-DH	CR7	43.50-43.70	Limo con argilla	44.0%	24.0%	20.0%				25.97
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	Limo argilloso debolmente sabbioso					16.89	12.90	26.17
MN-SC22-PZ	CR1	4.00-4.20	Sabbia con limo debolmente argillosa	N.D.	N.D.	N.D.				25.87
MN-SC22-PZ	CR5	18.00-18.20	Sabbia argillosa limosa	28.0%	15.0%	13.0%				25.68
MN-SC22-PZ	CR6	26.00-26.20	Limo con argilla sabbiosa	41.0%	30.0%	11.0%				26.07
MN-SC22-PZ	CR7	33.00-33.20	Limo argilloso debolmente sabbioso	38.0%	27.0%	11.0%				25.97
MN-SC22-PZ	CR8	38.00-38.20	Limo con argilla	61.0%	36.0%	25.0%				25.87
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20	Argilla con limo debolmente sabbiosa					19.14	15.72	26.17
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	Limo con argilla					20.23	17.36	25.87
MN-SC23-PZ	SH3	25.50-26.10	Torba costituita da sabbia limosa ghiaiosa debolmente argillosa					10.92	4.69	16.95
MN-SC23-PZ	CR2	17.50-17.70	Limo con argilla debolmente sabbioso	48.0%	29.0%	19.0%				25.68
MN-SC23-PZ	CR3	30.00-30.20	Limo con argilla	52.0%	32.0%	20.0%				25.97
MN-SC23-PZ	CR4	33.00-33.20	Sabbia con limo debolmente argillosa	29.0%	17.0%	12.0%				25.97
MN-SC23-PZ	CR5	34.00-34.20	Limo con sabbia	53.0%	34.0%	19.0%				17.35




Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				L	P	IP	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
			argilloso (livello torboso)							
MN-SC23-PZ	CR6	40.00-40.20	Limo con argilla debolmente sabbioso	45.0%	25.0%	20.0%				26.26
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	Limo argilloso					18.10	13.85	26.56
MN-SC24-DH	CR2	9.80-10.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	34.0%	15.0%	19.0%				26.17
MN-SC24-DH	CR3	12.00-12.20	Limo con argilla debolmente sabbioso	49.0%	18.0%	31.0%				26.07
MN-SC24-DH	CR6	26.00-26.20	Argilla con limo debolmente sabbioso	48.0%	26.0%	22.0%				25.77
MN-SC24-DH	CR7	29.00-29.20	Argilla con limo debolmente sabbioso	44.0%	25.0%	19.0%				26.07
MN-SC24-DH	CR8	33.00-33.20	Limo con sabbia argilloso	48.0%	28.0%	20.0%				26.17
MN-SC24-DH	CR9	41.50-41.70	Limo con sabbia argilloso	N.D.	N.D.	N.D.				26.07
MN-SC24-DH	CR10	44.00-44.20	Limo con argilla debolmente sabbioso	50.0%	30.0%	20.0%				25.97
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50	Limo argilloso sabbioso					20.20	17.07	26.56
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00	Sabbia con limo argillosa presenza di torba					20.28	17.03	25.58
MN-SC25-DH	SH3	33.20-33.70	Limo con argilla debolmente sabbioso					19.95	16.33	26.17
MN-SC25-DH	CR2	20.00-20.20	Limo con argilla	53.0%	31.0%	22.0%				26.46
MN-SC25-DH	CR3	31.80-32.00	Limo con argilla	55.0%	31.0%	24.0%				26.66
MN-SC25-DH	CR4	36.00-36.20	Limo con argilla	49.0%	29.0%	20.0%				26.17
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	Limo con argilla					18.38	14.94	26.07
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	Limo con argilla debolmente sabbioso					18.73	14.73	25.97
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	Limo argilloso					18.37	14.06	26.07
MN-SC26-PZ	CR2	19.00-19.20	Limo con argilla	60.0%	34.0%	26.0%				26.46
MN-SC26-PZ	CR4	39.80-40.00	Limo con argilla	59.0%	33.0%	26.0%				26.46
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	Limo con sabbia argilloso					19.63	15.63	25.97
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	Limo con sabbia debolmente argilloso					17.54	12.50	26.07
MN-SC27-DH	CR1	2.10-2.35	Limo argilloso sabbioso	40.0%	26.0%	14.0%				26.07
MN-SC27-DH	CR3	16.80-17.00	Limo argilloso sabbioso	38.0%	25.0%	13.0%				26.36
MN-SC27-DH	CR5	38.00-38.20	Limo sabbioso debolmente argilloso	29.0%	18.0%	11.0%				25.09
MN-SC27-DH	CR6	41.80-42.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	54.0%	27.0%	27.0%				25.77
MN-SC27-DH	CR7	45.00-45.20	Sabbia con limo debolmente ghiaiosa debolmente argillosa	N.D.	N.D.	N.D.				25.68
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	Limo con sabbia argilloso					19.85	16.45	25.09
MN-SC28-PZ	CR1	2.80-3.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	51.0%	22.0%	29.0%				25.38
MN-SC28-PZ	CR3	31.60-31.70	Limo sabbioso argilloso ghiaioso	40.0%	29.0%	11.0%				26.07
MN-SC28-PZ	CR4	35.00-35.20	Limo sabbioso argilloso	40.0%	26.0%	14.0%				26.17
MN-SC28-PZ	CR5	39.80-40.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	40.0%	29.0%	12.0%				25.87
MN-SC29-PZ	SH1 (A)	16.60-16.70	Limo sabbioso debolmente argilloso	28.5%	26.4%	2.1%		19.13		27.04



Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				L	P	IP	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
MN-SC29-PZ	SH2 (B)	24.30-24.90	Argilla limosa					20.05		
MN-SC29-PZ	SPT1	1.50-1.95	Sabbia				A 2-4			
MN-SC29-PZ	SPT3	7.50-7.95	Sabbia				A 2-4			
MN-SC29-PZ	SPT4	13.50-13.95	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A-3			
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	Limo sabbioso debolmente argilloso					18.00	13.25	26.26
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75	Sabbia con limo debolmente argillosa					18.05	13.41	25.28
MN-SC33-DH	CR3	32.00-32.20	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	39.0%	25.0%	14.0%				26.07
MN-SC33-DH	CR4	33.40-33.60	Limo con argilla debolmente sabbioso	54.0%	29.0%	25.0%				26.07
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	Limo argilloso debolmente sabbioso					18.40	13.60	26.26
MN-SC34-PZ	CR1	7.00-7.20	Sabbia con limo debolmente argillosa	N.D.	N.D.	N.D.				25.58
MN-SC34-PZ	CR2	12.80-13.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	45.0%	29.0%	16.0%				26.07
MN-SC34-PZ	CR4	29.00-29.20	Limo sabbioso argilloso	33.0%	26.0%	7.0%				26.07
MN-SC34-PZ	CR5	33.50-33.70	Limo con argilla debolmente sabbioso	50.0%	29.0%	21.0%				26.17
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50	Sabbia con limo argilloso	30.8%	23.3%	7.5%				
MN-SC36-DH	CR1	11.00-11.30	Limo argilloso con punti di torba	40.0%	26.0%	14.0%		19.44		
MN-SC36-DH	CR2	13.20-13.40	Limo argilloso con punti limo-sabbiosi	32.0%	26.0%	6.0%		17.55		
MN-SC36-DH	CR3	27.00	Sabbia debolmente limosa		NP			19.69		26.82
MN-SC37-PZ	SH1	4.50-5.00	Limo argilloso	31.0%	21.0%	10.0%		20.57		27.22
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50	Limo argilloso con punti limo-sabbiosi	35.0%	26.0%	9.0%		18.05		26.59
MN-SC37-PZ	CR1	37.50	Sabbia limosa		NP			18.84		26.90
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10	Limo con argilla debolmente sabbioso. Tracce di sostanze organiche. Parte finale Sabbia limosa	29.0%	21.0%	8.0%	A-4	20.87		27.34
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45	Sabbia con limo. Tracce di sostanze organiche	N.D.	NP	NP	A-4	18.42		27.05
MN-SC38-DH	CR1	6.50-6.80	Limo sabbioso argilloso	N.D.	NP	NP	A-4			
MN-SC38-DH	CR2	14.00-14.30	Sabbia	N.D.	NP	NP	A-3			
MN-SC38-DH	CR3	20.00-20.50	Sabbia	N.D.	NP	NP	A-3			
MN-SC38-DH	CR4	28.00-28.50	Sabbia	N.D.	NP	NP	A-3			
MN-SC38-DH	CR5	36.50-37.00	Limo con sabbia debolmente argilloso	N.D.	NP	NP	A-4			
MN-SC38-DH	CR6	44.00-44.50	Sabbia debolmente limosa	N.D.	NP	NP	A-3			
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	Limo con argilla sabbiosa	41.0%	20.2%	20.8%		19.54	16.01	26.07
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	Limo sabbioso debolmente argilloso					19.34	15.71	25.97
MN-SC40-DH	SPT1	4.50	Limo con argilla debolmente sabbioso							25.87
MN-SC40-DH	SPT2	7.50	Sabbia con limo debolmente argillosa							25.87

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				LL	LP	IP	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
MN-SC40-DH	SPT3	9.00	Sabbia con limo							26.26
MN-SC40-DH	SPT4	10.50	Sabbia limosa							25.48
MN-SC40-DH	SPT5	12.00	Sabbia limosa							25.77
MN-SC40-DH	SPT7	15.00	Sabbia limosa							25.58
MN-SC40-DH	SPT8	16.50	Sabbia limosa							25.58
MN-SC40-DH	SPT9	18.00	Sabbia limosa							25.68
MN-SC40-DH	SPT10	19.50	Sabbia limosa							25.68
MN-SC40-DH	SPT14	31.50	Sabbia limosa							25.77
MN-SC40-DH	SPT16	37.50	Sabbia limosa							25.77
MN-SC40-DH	SPT17	40.50	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.77
MN-SC40-DH	SPT18	43.50	Sabbia limosa							25.77
MN-SC40-DH	SPT19	46.50	Sabbia limosa							25.77
MN-SC40-DH	CR1	5.00-5.20	Limo argilloso sabbioso	27.0%	19.5%	7.6%				25.87
MN-SC40-DH	CR2	8.00-8.20	Limo con sabbia debolmente argilloso							26.46
MN-SC40-DH	CR7	50.00-50.20	Sabbia debolmente limosa debolmente argillosa							26.07
MN-SC41-DH	SPT1	1.50	Sabbia con limo argillosa							25.77
MN-SC41-DH	SPT2	3.00	Limo con sabbia argilloso	27.0%	23.0%	4.0%				24.60
MN-SC41-DH	SPT3	4.50	Sabbia con limo debolmente argillosa							25.28
MN-SC41-DH	SPT4	6.00	Limo con sabbia debolmente argilloso	N.D.	N.D.	N.D.				25.09
MN-SC41-DH	SPT5	7.50	Sabbia con limo debolmente argillosa							25.87
MN-SC41-DH	SPT7	10.50	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.68
MN-SC41-DH	SPT19	37.50	Limo con sabbia							26.46
MN-SC41-DH	SPT23	49.50	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.77
MN-SC41-DH	SPT25	55.50	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.58
MN-SC41-DH	CR1	3.00-3.20	Sabbia con limo argillosa	31.0%	19.0%	12.0%				25.77
MN-SC41-DH	CR2	5.50-5.70	Limo con sabbia argilloso	29.0%	21.0%	8.0%				25.77
MN-SC41-DH	CR3	7.00-7.20	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.77
MN-SC41-DH	CR6	36.80-37.00	Limo con argilla sabbioso	46.0%	26.0%	20.0%				25.77
MN-SC41-DH	CR7	45.00-45.20	Sabbia limosa debolmente argillosa							25.68
MN-SC42-DH	CR2	4.00-4.20	Sabbia limosa							25.68
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	Sabbia con limo argilloso				18.03	14.39		26.17
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	Limo argilloso debolmente sabbioso				17.78	14.00		25.48
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60	Sabbia con ghiaia debolmente limosa				9.65	3.50		18.23
MN-SC43-DH	SPT1	3.00	Sabbia limosa							25.68
MN-SC43-DH	SPT2	4.50	Limo sabbioso argilloso	35.0%	25.0%	10.0%				25.58
MN-SC43-DH	SPT3	9.00	Limo con sabbia argilloso ghiaioso	56.0%	31.0%	25.0%				25.38

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	21 di 211

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				L	P	IP	CNR-UNI 10006	γ <sub>nat</sub>	γ <sub>sec</sub>	γ <sub>gran</sub>
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
MN-SC43-DH	SPT4	10.50	Limo sabbioso argilloso	49.0%	28.0%	21.0%				25.58
MN-SC43-DH	CR1	4.00-4.20	Sabbia con limo							25.87
MN-SC43-DH	CR2	7.50-7.70	Limo sabbioso argilloso	42.0%	28.0%	14.0%				25.28
MN-SC43-DH	CR3	10.50-10.70	Limo argilloso sabbioso	43.0%	26.0%	17.0%				25.58
MN-SC44-PZ	SH1 (A)	3.00-3.60	Argilla con limo debolmente sabbiosa	65.2%	28.6%	36.6%		18.57		27.73
MN-SC44-PZ	SH2 (B)	6.50-7.10	Limo con argilla debolmente sabbioso	59.5%	27.7%	31.8%		18.15		26.56
MN-SC44-PZ	SH3 (C)	11.50-12.10	Torba leggermente argillosa	70.4%	39.2%	31.2%		12.86		
MN-SC44-PZ	SPT1	1.50-1.95	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC45-DH	CR1	2.30-2.60	Limo con sabbia debolmente argilloso	N.D.	N.D.	N.D.				26.07
MN-SC45-DH	CR2	4.80-5.00	Limo con sabbia	N.D.	N.D.	N.D.				26.07
MN-SC45-DH	CR3	6.30-6.50	Limo con sabbia argilloso	35.0%	24.0%	11.0%				26.26
MN-SC46-PZ	CR1	1.80-2.20	Sabbia con limo	N.D.	N.D.	N.D.				25.97
MN-SC46-PZ	CR2	5.40-5.80	Limo con sabbia	N.D.	N.D.	N.D.				26.07
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	Limo argilloso sabbioso					18.62	14.30	26.36
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	Limo con argilla debolmente sabbioso					18.17	13.73	26.66
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	Limo argilloso sabbioso					17.84	13.26	26.17
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	Sabbia limosa ghiaiosa debolmente argillosa					13.36	6.59	22.83
MN-SC48-PZ	CR1	1.40-1.80	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso	41.0%	27.0%	14.0%				26.26
MN-SC48-PZ	CR6	45.00-45.50	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso	43.0%	25.0%	18.0%				26.17
MN-SC48-PZ	CR7	48.80-49.20	Sabbia limosa	N.D.	N.D.	N.D.				26.26
MN-SC49	CR23	5.10-5.30	Limo sabbioso argilloso	37.4%	19.6%	17.8%		18.72		
MN-SC50	CR25	6.10-6.40	Limo argilloso	54.4%	28.0%	26.4%		18.33		
MN-SC51	CR30	8.80-9.00	Sabbia con limo	N.D.	N.D.	N.D.		19.11		
MN-SC52	CR34	10.80-10.90	Limo argilloso sabbioso	45.9%	26.0%	19.8%		18.23		
MN-SC53	CR42	14.60-14.90	Sabbia limosa	N.D.	N.D.	N.D.		N.D.		
MN-SC50-PZ	CR4	4.00-4.20	Limo argilloso debolmente sabbioso	56.4%	26.3%	30.2%		19.11		
MN-SC50-PZ	CR9	9.60-9.80	Sabbia limosa					19.11		
MN-SC50-PZ	CR11	17.20-17.80	Sabbia					N.D.		
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00	Sabbia con limo argilloso	27.1%	20.6%	6.5%		19.40	15.09	
MN-SC52-PZ	SH1 (A)	4.70-5.30	Limo e argilla					19.11		27.31
MN-SC52-PZ	SH2 (B)	9.00-9.60	Argilla leggermente limosa	59.6%	38.8%	20.8%		18.39		26.56
MN-SC52-PZ	SPT1	1.50-1.95	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC52-PZ	SPT3	13.50-13.95	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC52-PZ	SPT4	16.50-16.95	Sabbia	N.D.	N.P.	0.0%	A 2-4			
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	Limo argilloso sabbioso					18.62	14.30	26.46
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	Argilla con limo con sabbia					18.71	14.91	26.17
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	Argilla con limo sabbiosa					17.46	12.44	26.36
MN-SC53-DH	CR1	1.20-1.60	Sabbia con limo	N.D.	N.D.	N.D.				26.17
MN-SC53-DH	CR2	7.00-7.40	Limo sabbioso argilloso	45.0%	33.0%	12.0%				26.17
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	Limo con argilla sabbiosa					17.75	13.53	25.58
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80	Argilla limosa sabbiosa					17.28	12.28	26.36
MN-SC54-PZ	CR1	6.30-6.50	Limo sabbioso argilloso	39.3%	32.3%	7.0%				25.58

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre				Peso di volume		
				$\underline{L}$	$\underline{P}$	$\underline{S}$	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$	$\gamma_{gran}$
				%	%	%		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
MN-SC54-PZ	CR2	7.50-7.80	Limo con argilla debolmente sabbiosa	45.5%	31.5%	14.0%				25.68
MN-SC54-PZ	CR3	11.40-11.60	Limo con argilla sabbiosa	52.2%	25.6%	26.6%				25.38
MN-SC54-PZ	CR8	47.40-47.60	Argilla con limo sabbiosa	78.0%	35.3%	42.7%				25.28
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00	Argilla limosa	76.0%	33.0%	43.0%		17.79		25.90
MN-SC89-DH	CR1 (A)	2.00-2.50	Argilla con limo sabbiosa	55.0%	24.0%	31.0%				
MN-SC89-DH	CR4 (D)	19.00-19.50	Sabbia limosa debolmente argillosa	28.0%	25.0%	3.0%				
MN-SC89-DH	CR6 (F)	30.00-30.50	Sabbia limosa argillosa	23.0%	19.0%	4.0%				
MN-SC89-DH	CR7 (G)	41.50-42.00	Limo con argilla sabbioso debolmente ghiaioso	35.0%	27.0%	8.0%				
MN-SC89-DH	CR8 (H)	43.00-43.50	Sabbia con limo argillosa	26.0%	21.0%	5.0%				
MN-SC90-PZ	CR1 (A)	1.50-2.00	Argilla con limo debolmente sabbiosa	51.0%	30.0%	21.0%				
MN-SC90-PZ	CR2 (B)	3.00-3.50	Limo con argilla debolmente sabbioso	45.0%	28.0%	17.0%				
MN-SC90-PZ	CR3 (C)	6.00-6.50	Limo con sabbia argilloso	33.0%	25.0%	8.0%				
MN-SC90-PZ	CR5 (E)	19.50-20.00	Sabbia con limo argillosa	29.0%	25.0%	4.0%				
MN-SC91-DH	CR1 (A)	1.50-2.00	Sabbia limosa ghiaiosa debolmente argillosa		N.P.					
MN-SC91-DH	CR5 (E)	28.50-29.00	Limo argilloso debolmente sabbioso	30.6%	24.3%	6.3%				
MN-SC91-DH	CR6 (F)	31.00-31.50	Limo con argilla sabbioso	34.7%	23.4%	11.3%				
MN-SC91-DH	CR7 (G)	40.00-40.50	Limo argilloso	30.1%	24.4%	5.7%				
MN-SC92-PZ	CR1 (A)	1.50-2.00	Sabbia con limo		N.P.					
MN-SC92-PZ	CR2 (B)	3.00-3.50	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa		N.P.					
MN-SC92-PZ	CR3 (C)	11.50-11.90	Sabbia limosa		N.P.					
MN-SC92-PZ	CR4 (D)	16.00-16.50	Sabbia limosa		N.P.					
MN-SC92-PZ	CR5 (E)	25.00-25.50	Limo argilloso	29.8%	24.9%	4.9%				
MN-SC92-PZ	CR6 (F)	34.00-34.50	Limo con argilla	30.3%	24.4%	5.9%				
MN-SC92-PZ	CR7 (G)	42.00-42.50	Limo argilloso debolmente sabbioso		N.P.					
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00	Limo argilloso	31.0%	20.0%	11.0%				
MN-SC93-DH	CR1 (A)	4.00-4.50	Limo con argilla		N.P.					
MN-SC93-DH	CR7 (G)	40.00-40.50	Limo argilloso		N.P.					
MN-SC94-PZ	CR1 (A)	3.00-3.50	Sabbia con limo		N.P.					
MN-SC94-PZ	CR7 (G)	44.50-45.00	Limo con argilla sabbioso	36.4%	22.6%	13.8%				

Tab. 9 – Risultati delle prove di classificazione e di quelle per la determinazione dei pesi di volume

	Prof. (m)	Umidità	Analisi granulometrica
--	-----------	---------	------------------------

			W	Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%	%	%	%	%
MN-SC1-PZ	SH1 (A)	4.50-5.00	22.64		13.8%	54.0%	32.2%
MN-SC1-PZ	SH2 (B)	6.00-6.50	28.61				
MN-SC1-PZ	SH3 (C)	9.30-9.80	24.35	1.0%	96.8%	2.2%	
MN-SC1-PZ	SPT1	1.50-1.95	21.21	1.2%	28.4%	70.4%	
MN-SC1-PZ	SPT3	12.00-12.45	18.91	0.9%	86.7%	12.4%	
MN-SC1-PZ	SPT5	21.00-21.45	20.68		84.6%	15.4%	
MN-SC2-DH	SH1	5.80-6.40	24.03				
MN-SC3-DH	SH1	7.20-7.80	23.28				
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00	27.90		22.3%	69.9%	7.8%
MN-SC4-DH	CR1	3.00-3.30		0.1%	3.9%	96.0%	
MN-SC4-DH	CR2	9.00-9.30			97.4%	2.6%	
MN-SC4-DH	CR3	20.00-20.30			96.4%	3.6%	
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00	20.46		32.1%	63.0%	5.0%
MN-SC5-PZ	CR1	3.00-3.30			4.7%	91.8%	3.5%
MN-SC11-DH	SH1	18.00-18.50	23.05	0.3%	45.1%	36.2%	18.4%
MN-SC16-PZ	SH1 (A)	6.00-6.60	22.59		8.0%	55.5%	36.5%
MN-SC16-PZ	SPT1-A	1.50-1.95	22.95	0.6%	46.4%	35.6%	17.4%
MN-SC16-PZ	SPT1-B	1.50-1.95	10.19		71.9%	28.2%	
MN-SC16-PZ	SPT2	4.50-4.95	23.39	0.3%	42.7%	43.2%	13.7%
MN-SC16-PZ	SPT3	9.00-9.45	27.20		88.2%	11.8%	
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	24.65		7.0%	56.0%	37.0%
MN-SC17-DH	CR1	8.00-8.20		3.0%	84.0%	11.0%	2.0%
MN-SC17-DH	CR2	12.80-13.00		1.0%	25.0%	57.0%	17.0%
MN-SC17-DH	CR3	24.00-24.20		3.0%	85.0%	10.0%	2.0%
MN-SC17-DH	CR4	32.00-32.20			9.0%	61.0%	30.0%
MN-SC17-DH	CR5	40.80-41.00		1.0%	25.0%	62.0%	12.0%
MN-SC18-PZ	SH1	4.25-4.65	18.55		16.0%	57.0%	27.0%
MN-SC18-PZ	CR1	17.00-17.20			96.0%	3.0%	1.0%
MN-SC18-PZ	CR2	19.80-20.00			86.0%	11.0%	3.0%
MN-SC18-PZ	CR3	24.80-25.00		3.0%	9.0%	65.0%	23.0%
MN-SC18-PZ	CR4	31.00-31.20			10.0%	69.0%	21.0%
MN-SC18-PZ	CR5	36.00-36.20			96.0%	3.0%	1.0%
MN-SC20-PZ	CR4	5.20-5.70	35.53				
MN-SC20-PZ	CR12	16.10-16.90			83.1%	16.9%	
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20	28.32		70.0%	28.0%	2.0%
MN-SC21-DH	CR1	2.00-2.20		2.0%	84.0%	10.0%	4.0%
MN-SC21-DH	CR2	4.85-5.00		1.0%	3.0%	34.0%	62.0%
MN-SC21-DH	CR3	14.00-14.20		2.0%	87.0%	8.0%	3.0%
MN-SC21-DH	CR4	21.70-21.90			5.00%	55.0%	40.0%
MN-SC21-DH	CR5	22.80-23.00			4.00%	73.0%	23.0%
MN-SC21-DH	CR6	32.00-32.20			1.00%	49.00%	50.00%
MN-SC21-DH	CR7	43.50-43.70			2.00%	62.00%	36.00%
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	30.96		10.0%	70.0%	20.0%
MN-SC22-PZ	CR1	4.00-4.20			50.0%	44.0%	6.0%
MN-SC22-PZ	CR2	8.00-8.20			94.0%	4.0%	2.0%
MN-SC22-PZ	CR3	10.00-10.20		93.0%	6.0%	1.0%	
MN-SC22-PZ	CR4	14.00-14.20		62.0%	32.0%	4.0%	2.0%
MN-SC22-PZ	CR5	18.00-18.20			64.0%	16.0%	20.0%
MN-SC22-PZ	CR6	26.00-26.20			11.0%	47.0%	42.0%
MN-SC22-PZ	CR7	33.00-33.20			5.0%	83.0%	12.0%
MN-SC22-PZ	CR8	38.00-38.20		1.0%	2.0%	51.0%	46.0%
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20	21.78		5.0%	37.0%	58.0%
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	16.54		2.0%	55.0%	43.0%
MN-SC23-PZ	SH3	25.50-26.10	132.60	11.0%	59.0%	23.0%	7.0%

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%		%	%	%	%
MN-SC23-PZ	CR1	13.00-13.20				93.0%	4.0%	3.0%
MN-SC23-PZ	CR2	17.50-17.70				10.0%	59.0%	31.0%
MN-SC23-PZ	CR3	30.00-30.20				2.0%	59.0%	39.0%
MN-SC23-PZ	CR4	33.00-33.20				50.0%	41.0%	9.0%
MN-SC23-PZ	CR5	34.00-34.20			1.0%	41.0%	46.0%	12.0%
MN-SC23-PZ	CR6	40.00-40.20				8.0%	65.0%	27.0%
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	30.72			4.0%	76.0%	20.0%
MN-SC24-DH	CR1	4.00-4.20				87.0%	9.0%	4.0%
MN-SC24-DH	CR2	9.80-10.00				10.0%	60.0%	30.0%
MN-SC24-DH	CR3	12.00-12.20				6.0%	48.0%	46.0%
MN-SC24-DH	CR4	15.00-15.20				88.0%	9.0%	3.0%
MN-SC24-DH	CR5	23.00-23.20			48.0%	40.0%	9.0%	3.0%
MN-SC24-DH	CR6	26.00-26.20			2.0%	10.0%	43.0%	45.0%
MN-SC24-DH	CR7	29.00-29.20				7.0%	45.0%	48.0%
MN-SC24-DH	CR8	33.00-33.20				30.0%	58.0%	12.0%
MN-SC24-DH	CR9	41.50-41.70				52.0%	39.0%	9.0%
MN-SC24-DH	CR10	44.00-44.20				5.0%	65.0%	30.0%
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50	18.32			13.0%	67.0%	20.0%
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00	19.07	2.0%		47.0%	40.0%	11.0%
MN-SC25-DH	SH3	33.20-33.70	22.21			8.0%	51.0%	41.0%
MN-SC25-DH	CR1	10.00-10.20				88.0%	8.0%	4.0%
MN-SC25-DH	CR2	20.00-20.20				3.0%	60.0%	37.0%
MN-SC25-DH	CR3	31.80-32.00				3.0%	55.0%	42.0%
MN-SC25-DH	CR4	36.00-36.20				3.0%	77.0%	20.0%
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	23.10			4.0%	64.0%	32.0%
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	27.15			7.0%	67.0%	26.0%
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	30.65			4.0%	78.0%	18.0%
MN-SC26-PZ	CR1	13.00-13.20			1.0%	84.0%	8.0%	7.0%
MN-SC26-PZ	CR2	19.00-19.20			1.0%	2.0%	66.0%	31.0%
MN-SC26-PZ	CR3	37.00-37.20				93.0%	5.0%	2.0%
MN-SC26-PZ	CR4	39.80-40.00			1.0%	2.0%	59.0%	38.0%
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	25.61	2.0%		27.0%	59.0%	12.0%
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	40.30	3.0%		28.0%	59.0%	10.0%
MN-SC27-DH	CR1	2.10-2.35				12.0%	70.0%	18.0%
MN-SC27-DH	CR2	11.00-11.20				92.0%	6.0%	2.0%
MN-SC27-DH	CR3	16.80-17.00				17.0%	66.0%	17.0%
MN-SC27-DH	CR4	24.00-24.20				92.0%	6.0%	2.0%
MN-SC27-DH	CR5	38.00-38.20			4.0%	20.0%	66.0%	10.0%
MN-SC27-DH	CR6	41.80-42.00				9.0%	60.0%	31.0%
MN-SC27-DH	CR7	45.00-45.20			6.0%	48.0%	40.0%	6.0%
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	20.69	2.0%		25.0%	60.0%	13.0%
MN-SC28-PZ	CR1	2.80-3.00				6.0%	65.0%	29.0%
MN-SC28-PZ	CR2	11.00-11.20				90.0%	7.0%	3.0%
MN-SC28-PZ	CR3	31.60-31.70			9.0%	18.0%	61.0%	12.0%
MN-SC28-PZ	CR4	35.00-35.20			2.0%	17.0%	67.0%	14.0%
MN-SC28-PZ	CR5	39.80-40.00				8.0%	65.0%	27.0%
MN-SC29-PZ	SH1 (A)	16.60-16.70	31.46			23.0%	71.0%	6.0%
MN-SC29-PZ	SH1 (A)	16.85-17.00			0.1%	78.2%	21.8%	
MN-SC29-PZ	SH2 (B)	24.30-24.90	31.18					
MN-SC29-PZ	SPT1	1.50-1.95	8.73	1.1%		82.4%	16.5%	
MN-SC29-PZ	SPT3	7.50-7.95	17.47	2.2%		80.2%	17.5%	
MN-SC29-PZ	SPT4	13.50-13.95	18.47	18.1%		75.3%	6.6%	
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	35.86			20.0%	71.0%	9.0%



Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%		%	%	%	%
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75	34.56			50.0%	42.0%	8.0%
MN-SC33-DH	CR1	5.00-5.20			14.0%	79.0%	5.0%	2.0%
MN-SC33-DH	CR2	19.00-19.20			4.0%	88.0%	5.0%	3.0%
MN-SC33-DH	CR3	32.00-32.20			5.0%	25.0%	57.0%	13.0%
MN-SC33-DH	CR4	33.40-33.60				10.0%	54.0%	36.0%
MN-SC33-DH	CR5	38.00-38.20			7.0%	85.0%	6.0%	2.0%
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	35.29			5.0%	72.0%	23.0%
MN-SC34-PZ	CR1	7.00-7.20				52.0%	39.0%	9.0%
MN-SC34-PZ	CR2	12.80-13.00				10.0%	62.0%	28.0%
MN-SC34-PZ	CR3	19.80-20.00				97.0%	2.0%	1.0%
MN-SC34-PZ	CR4	29.00-29.20			2.0%	19.0%	65.0%	14.0%
MN-SC34-PZ	CR5	33.50-33.70				9.0%	62.0%	29.0%
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50	28.5			34.7%	10.0%	55.3%
MN-SC36-DH	CR1	11.00-11.30	29	0.0%	1.5%		98.4%	
MN-SC36-DH	CR2	13.20-13.40	30.6		3.8%		96.2%	
MN-SC36-DH	CR3	27.00	26.2		89.0%		11.0%	
MN-SC37-PZ	SH1	4.50-5.00	23.5	0.3%	3.8%		95.9%	
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50	39.1	0.2%	10.7%		89.1%	
MN-SC37-PZ	CR1	37.50	27.4	0.6%	86.8%		12.5%	
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10	20.47	0.3%	6.5%	60.6%	32.6%	
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45	31.1		60.0%	39.1%	0.8%	
MN-SC38-DH	CR1	6.50-6.80			16.1%		83.9%	
MN-SC38-DH	CR2	14.00-14.30			96.3%		3.7%	
MN-SC38-DH	CR3	20.00-20.50			95.5%		4.5%	
MN-SC38-DH	CR4	28.00-28.50		1.6%	94.5%		3.9%	
MN-SC38-DH	CR5	36.50-37.00		0.0%	41.5%		58.4%	
MN-SC38-DH	CR6	44.00-44.50		0.1%	93.2%		6.7%	
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	22.03	1.0%	14.0%	55.0%	30.0%	
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	23.05	3.0%	24.0%	65.0%	8.0%	
MN-SC40-DH	SPT1	4.50		2.0%	9.0%	60.0%	29.0%	
MN-SC40-DH	SPT2	7.50			60.0%	34.0%	6.0%	
MN-SC40-DH	SPT3	9.00			65.0%	32.0%	3.0%	
MN-SC40-DH	SPT4	10.50			82.0%	15.0%	3.0%	
MN-SC40-DH	SPT5	12.00			85.0%	14.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT6	13.50			90.0%	8.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT7	15.00			85.0%	13.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT8	16.50			89.0%	10.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT9	18.00			89.0%	10.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT10	19.50			88.0%	11.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT11	22.50			94.0%	4.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT12	25.50			94.0%	4.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT13	28.50			93.0%	5.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT14	31.50			85.0%	13.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT15	34.50			95.0%	3.0%	2.0%	
MN-SC40-DH	SPT16	37.50			85.0%	12.0%	3.0%	
MN-SC40-DH	SPT17	40.50			76.0%	19.0%	5.0%	
MN-SC40-DH	SPT18	43.50			88.0%	11.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT19	46.50			83.0%	12.0%	5.0%	
MN-SC40-DH	SPT20	49.50			98.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT21	52.50			98.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT22	55.50			97.0%	2.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	SPT23	58.50			93.0%	6.0%	1.0%	
MN-SC40-DH	CR1	5.00-5.20		1.0%	13.0%	65.0%	21.0%	

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%	%	%	%	%	%
MN-SC40-DH	CR2	8.00-8.20				40.0%	52.0%	8.0%
MN-SC40-DH	CR3	12.00-12.20				92.0%	8.0%	
MN-SC40-DH	CR4	15.00-15.50				92.0%	7.0%	1.0%
MN-SC40-DH	CR5	18.00-18.20				89.0%	9.0%	2.0%
MN-SC40-DH	CR6	30.00-30.20				87.0%	10.0%	3.0%
MN-SC40-DH	CR7	50.00-50.20				87.0%	8.0%	5.0%
MN-SC41-DH	SPT1	1.50				54.0%	34.0%	12.0%
MN-SC41-DH	SPT2	3.00				27.0%	55.0%	18.0%
MN-SC41-DH	SPT3	4.50				62.0%	31.0%	7.0%
MN-SC41-DH	SPT4	6.00				35.0%	58.0%	7.0%
MN-SC41-DH	SPT5	7.50				62.0%	30.0%	8.0%
MN-SC41-DH	SPT6	9.00				93.0%	7.0%	
MN-SC41-DH	SPT7	10.50				79.0%	16.0%	5.0%
MN-SC41-DH	SPT8	12.00				88.0%	9.0%	3.0%
MN-SC41-DH	SPT9	13.50				96.0%	4.0%	
MN-SC41-DH	SPT10	15.00				98.0%	2.0%	
MN-SC41-DH	SPT11	16.50			3.0%	96.0%	1.0%	
MN-SC41-DH	SPT12	18.00			4.0%	78.0%	14.0%	4.0%
MN-SC41-DH	SPT13	19.50			5.0%	90.0%	4.0%	1.0%
MN-SC41-DH	SPT14	22.50				94.0%	4.0%	2.0%
MN-SC41-DH	SPT15	25.50			4.0%	86.0%	7.0%	3.0%
MN-SC41-DH	SPT16	28.50			4.0%	91.0%	5.0%	
MN-SC41-DH	SPT17	31.50				82.0%	11.0%	7.0%
MN-SC41-DH	SPT18	34.50				73.0%	14.0%	13.0%
MN-SC41-DH	SPT19	37.50			3.0%	23.0%	71.0%	3.0%
MN-SC41-DH	SPT20	40.50				91.0%	7.0%	2.0%
MN-SC41-DH	SPT21	43.50				92.0%	6.0%	2.0%
MN-SC41-DH	SPT22	46.50			2.0%	79.0%	13.0%	6.0%
MN-SC41-DH	SPT23	49.50				70.0%	22.0%	8.0%
MN-SC41-DH	SPT24	52.50				91.0%	5.0%	4.0%
MN-SC41-DH	SPT25	55.50			2.0%	69.0%	22.0%	7.0%
MN-SC41-DH	SPT26	58.50				98.0%	1.0%	1.0%
MN-SC41-DH	CR1	3.00-3.20				44.0%	40.0%	16.0%
MN-SC41-DH	CR2	5.50-5.70				33.0%	54.0%	13.0%
MN-SC41-DH	CR3	7.00-7.20				71.0%	21.0%	8.0%
MN-SC41-DH	CR4	13.00-13.20				98.0%	2.0%	
MN-SC41-DH	CR5	25.00-25.20			2.0%	95.0%	3.0%	
MN-SC41-DH	CR6	36.80-37.00				24.0%	45.0%	31.0%
MN-SC41-DH	CR7	45.00-45.20				71.0%	23.0%	6.0%
MN-SC41-DH	CR8	55.00-55.20			3.0%	84.0%	11.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT1	1.50			2.0%	86.0%	10.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT2	3.00				86.0%	12.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT3	4.50			2.0%	87.0%	9.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT4	6.00			2.0%	90.0%	7.0%	1.0%
MN-SC42-DH	SPT5	7.50			2.0%	96.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT6	9.00			10.0%	80.0%	7.0%	3.0%
MN-SC42-DH	SPT7	10.50				90.0%	7.0%	3.0%
MN-SC42-DH	SPT8	12.00				97.0%	3.0%	
MN-SC42-DH	SPT9	13.50				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT10	15.00				93.0%	5.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT11	16.50				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT12	18.00				90.0%	8.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT13	19.50				87.0%	11.0%	2.0%



Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%		%	%	%	%
MN-SC42-DH	SPT14	21.00				96.0%	4.0%	
MN-SC42-DH	SPT15	24.00				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT16	27.00				99.0%	1.0%	
MN-SC42-DH	SPT17	30.00				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT18	33.00				99.0%	1.0%	
MN-SC42-DH	SPT19	36.00				97.0%	3.0%	
MN-SC42-DH	SPT20	39.00				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT21	42.00				84.0%	12.0%	4.0%
MN-SC42-DH	SPT22	45.00				98.0%	2.0%	
MN-SC42-DH	SPT23	48.00			2.0%	81.0%	9.0%	8.0%
MN-SC42-DH	SPT24	51.00			3.0%	91.0%	4.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT25	54.00				96.0%	4.0%	
MN-SC42-DH	SPT26	57.00			1.0%	93.0%	4.0%	2.0%
MN-SC42-DH	SPT27	59.50				99.0%	1.0%	
MN-SC42-DH	CR1	2.00-2.20				86.0%	5.0%	9.0%
MN-SC42-DH	CR2	4.00-4.20				87.0%	10.0%	3.0%
MN-SC42-DH	CR3	6.00-6.20				91.0%	5.0%	4.0%
MN-SC42-DH	CR4	9.00-9.20			12.0%	74.0%	3.0%	11.0%
MN-SC42-DH	CR5	12.00-12.20				98.0%	1.0%	1.0%
MN-SC42-DH	CR6	20.00-20.20				92.0%	6.0%	2.0%
MN-SC42-DH	CR7	25.00-25.20				99.0%	1.0%	
MN-SC42-DH	CR8	30.00-30.20			1.0%	97.0%	1.0%	1.0%
MN-SC42-DH	CR9	45.00-45.20				95.0%	3.0%	2.0%
MN-SC42-DH	CR10	59.30-59.50				93.0%	5.0%	2.0%
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	25.52	1.0%		49.0%	40.0%	10.0%
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	27.05			8.0%	73.0%	19.0%
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60	176.03	38.0%		53.0%	9.0%	
MN-SC43-DH	SPT1	3.00				79.0%	19.0%	2.0%
MN-SC43-DH	SPT2	4.50		2.0%		20.0%	67.0%	11.0%
MN-SC43-DH	SPT3	9.00		17.0%		25.0%	38.0%	20.0%
MN-SC43-DH	SPT4	10.50				22.0%	60.0%	18.0%
MN-SC43-DH	SPT5	13.60				88.0%	11.0%	1.0%
MN-SC43-DH	SPT6	14.90		1.0%		77.0%	12.0%	10.0%
MN-SC43-DH	SPT7	16.50				84.0%	14.0%	2.0%
MN-SC43-DH	SPT8	18.00				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT9	19.50				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT10	21.00				98.0%	2.0%	
MN-SC43-DH	SPT11	24.00				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT12	27.00				98.0%	2.0%	
MN-SC43-DH	SPT13	30.00				88.0%	9.0%	3.0%
MN-SC43-DH	SPT14	33.00			6.0%	84.0%	7.0%	3.0%
MN-SC43-DH	SPT15	36.00			2.0%	94.0%	4.0%	
MN-SC43-DH	SPT16	39.00				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT17	42.00				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT18	45.00				97.0%	3.0%	
MN-SC43-DH	SPT19	48.00				89.0%	9.0%	2.0%
MN-SC43-DH	SPT20	51.00				90.0%	8.0%	2.0%
MN-SC43-DH	SPT21	54.00			31.0%	67.0%	2.0%	
MN-SC43-DH	SPT22	57.00			3.0%	90.0%	7.0%	
MN-SC43-DH	SPT23	59.50			1.0%	90.0%	7.0%	2.0%
MN-SC43-DH	CR1	4.00-4.20			3.0%	49.0%	45.0%	3.0%
MN-SC43-DH	CR2	7.50-7.70				18.0%	68.0%	14.0%
MN-SC43-DH	CR3	10.50-10.70				12.0%	70.0%	18.0%

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica				
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla	
			%		%	%	%	%	
MN-SC43-DH	CR4	15.00-15.20			6.0%	87.0%	6.0%	1.0%	
MN-SC43-DH	CR5	20.00-20.20			2.0%	96.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC43-DH	CR6	25.00-25.20				98.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC43-DH	CR7	35.00-35.20				96.0%	3.0%	1.0%	
MN-SC43-DH	CR8	45.00-45.20				98.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC43-DH	CR9	55.00-55.20				34.0%	62.0%	1.0%	3.0%
MN-SC44-PZ	SH1 (A)	3.00-3.60	30.65			9.5%	39.4%	51.2%	
MN-SC44-PZ	SH2 (B)	6.50-7.10	32.20			8.0%	55.3%	36.7%	
MN-SC44-PZ	SH3 (C)	11.50-12.10	47.71						
MN-SC44-PZ	SPT1	1.50-1.95	6			88.5%	11.5%		
MN-SC45-DH	CR1	2.30-2.60				41.0%	53.0%	6.0%	
MN-SC45-DH	CR2	4.80-5.00				35.0%	62.0%	3.0%	
MN-SC45-DH	CR3	6.30-6.50				28.0%	61.0%	11.0%	
MN-SC45-DH	CR4	12.00-12.30				98.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC45-DH	CR5	17.00-17.30			1.0%	97.0%	1.0%	1.0%	
MN-SC45-DH	CR6	24.00-24.30			1.0%	80.0%	17.0%	2.0%	
MN-SC45-DH	CR7	33.00-33.30			1.0%	87.0%	10.0%	2.0%	
MN-SC45-DH	CR8	43.00-43.30				92.0%	6.0%	2.0%	
MN-SC46-PZ	CR1	1.80-2.20				50.0%	48.0%	2.0%	
MN-SC46-PZ	CR2	5.40-5.80				35.0%	61.0%	4.0%	
MN-SC46-PZ	CR3	13.00-13.40			3.0%	95.0%	2.0%		
MN-SC46-PZ	CR4	20.00-20.40			1.0%	91.0%	6.0%	2.0%	
MN-SC46-PZ	CR5	27.00-27.40				88.0%	10.0%	2.0%	
MN-SC46-PZ	CR6	34.00-34.40			1.0%	81.0%	15.0%	3.0%	
MN-SC46-PZ	CR7	41.00-41.40				90.0%	8.0%	2.0%	
MN-SC46-PZ	CR8	48.00-48.40				91.0%	7.0%	2.0%	
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	30.20	1.0%	15.0%	66.0%	18.0%		
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	32.34		5.0%	67.0%	28.0%		
MN-SC47-DH	CR1	5.10-5.40				92.0%	6.0%	2.0%	
MN-SC47-DH	CR2	21.00-21.30				91.0%	8.0%	1.0%	
MN-SC47-DH	CR3	29.00-29.30				91.0%	7.0%	2.0%	
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	34.5			11.0%	65.0%	24.0%	
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	105.88	12.0%	59.0%	20.0%	9.0%		
MN-SC48-PZ	CR1	1.40-1.80		9.0%	27.0%	40.0%	24.0%		
MN-SC48-PZ	CR2	19.00-19.40				92.0%	6.0%	2.0%	
MN-SC48-PZ	CR3	25.00-25.40		1.0%	97.0%	2.0%			
MN-SC48-PZ	CR4	31.00-31.40				97.0%	3.0%		
MN-SC48-PZ	CR5	37.00-37.40				95.0%	5.0%		
MN-SC48-PZ	CR6	45.00-45.50		6.0%	15.0%	67.0%	12.0%		
MN-SC48-PZ	CR7	48.80-49.20				74.0%	23.0%	3.0%	
MN-SC49	CR23	5.10-5.30	31.09	0.2%	14.6%	75.1%	10.1%		
MN-SC50	CR25	6.10-6.40	33.31		0.5%	81.7%	17.8%		
MN-SC51	CR30	8.80-9.00	26.34		53.0%	47.0%			
MN-SC52	CR34	10.80-10.90	35.33		11.8%	65.5%	22.7%		
MN-SC53	CR42	14.60-14.90	17.32	0.3%	81.7%	18.0%			
MN-SC50-PZ	CR4	4.00-4.20	28.29	2.3%	8.3%	71.9%	17.6%		
MN-SC50-PZ	CR9	9.60-9.80	15.41	0.9%	68.1%	31.0%			
MN-SC50-PZ	CR11	17.20-17.80	13.52	0.2%	91.6%	8.3%			
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00	27.17		45.5%	13.5%	41.0%		
MN-SC52-PZ	SH1 (A)	4.70-5.30	26.29	4.8%	34.3%	47.3%	13.6%		
MN-SC52-PZ	SH2 (B)	9.00-9.60	33.74		8.4%	58.9%	32.6%		
MN-SC52-PZ	SPT1	1.50-1.95	7.47	0.2%	80.3%	19.6%			
MN-SC52-PZ	SPT3	13.50-13.95	20.76		87.8%	12.2%			

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%		%	%	%	%
MN-SC52-PZ	SPT4	16.50-16.95	13.24		1.9%	86.6%	11.5%	
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	30.2		1.0%	14.0%	67.0%	18.0%
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	25.53		1.0%	28.0%	29.0%	42.0%
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	40.42			18.0%	32.0%	50.0%
MN-SC53-DH	CR1	1.20-1.60				61.0%	38.0%	1.0%
MN-SC53-DH	CR2	7.00-7.40			1.0%	15.0%	73.0%	11.0%
MN-SC53-DH	CR3	17.00-17.40				98.0%	2.0%	
MN-SC53-DH	CR4	22.00-22.40				96.0%	3.0%	1.0%
MN-SC53-DH	CR5	27.00-27.40			2.0%	95.0%	2.0%	1.0%
MN-SC53-DH	CR6	32.00-32.40			1.0%	96.0%	2.0%	1.0%
MN-SC53-DH	CR7	41.00-41.40			1.0%	84.0%	14.0%	1.0%
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	31.17			11.0%	64.0%	25.0%
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80	40.72		2.0%	13.0%	17.0%	68.0%
MN-SC54-PZ	CR1	6.30-6.50				16.0%	71.0%	13.0%
MN-SC54-PZ	CR2	7.50-7.80				9.0%	49.0%	42.0%
MN-SC54-PZ	CR3	11.40-11.60				18.0%	40.0%	42.0%
MN-SC54-PZ	CR4	17.00-17.30				98.0%	1.0%	1.0%
MN-SC54-PZ	CR5	24.50-24.80			4.0%	93.0%	2.0%	1.0%
MN-SC54-PZ	CR6	33.00-33.30			1.0%	97.0%	1.0%	1.0%
MN-SC54-PZ	CR7	42.00-42.30			1.0%	97.0%	1.0%	1.0%
MN-SC54-PZ	CR8	47.40-47.60				10.0%	38.0%	52.0%
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00	41.1			0.5%	23.7%	75.9%
MN-SC89-DH	CR1 (A)	2.00-2.50				17.8%	26.8%	55.4%
MN-SC89-DH	CR2 (B)	7.00-7.50			0.2%	71.4%	15.8%	12.6%
MN-SC89-DH	CR3 (C)	12.50-13.00			6.9%	88.7%	4.4%	
MN-SC89-DH	CR4 (D)	19.00-19.50			1.1%	77.8%	13.5%	7.6%
MN-SC89-DH	CR5 (E)	23.00-23.50			1.6%	86.0%	7.9%	4.5%
MN-SC89-DH	CR6 (F)	30.00-30.50				65.2%	17.8%	17.0%
MN-SC89-DH	CR7 (G)	41.50-42.00			7.3%	14.1%	47.1%	31.5%
MN-SC89-DH	CR8 (H)	43.00-43.50				57.5%	29.1%	13.4%
MN-SC90-PZ	CR1 (A)	1.50-2.00			0.2%	6.7%	41.9%	51.2%
MN-SC90-PZ	CR2 (B)	3.00-3.50			0.2%	7.2%	49.7%	43.0%
MN-SC90-PZ	CR3 (C)	6.00-6.50				37.1%	49.0%	13.9%
MN-SC90-PZ	CR4 (D)	11.50-12.00			0.8%	73.6%	14.7%	10.9%
MN-SC90-PZ	CR5 (E)	19.50-20.00				61.4%	25.9%	12.7%
MN-SC90-PZ	CR6 (F)	24.50-25.00			0.8%	94.8%	4.3%	
MN-SC90-PZ	CR7 (G)	36.00-36.50			0.3%	95.7%	4.0%	
MN-SC91-DH	CR1 (A)	1.50-2.00			14.6%	53.5%	23.5%	8.4%
MN-SC91-DH	CR2 (B)	3.00-3.50			22.6%	67.6%	8.5%	1.3%
MN-SC91-DH	CR3 (C)	7.00-7.50			2.8%	70.4%	25.7%	1.1%
MN-SC91-DH	CR4 (D)	16.00-16.50			2.8%	80.2%	15.8%	1.2%
MN-SC91-DH	CR5 (E)	28.50-29.00			2.6%	7.5%	65.7%	24.2%
MN-SC91-DH	CR6 (F)	31.00-31.50				11.3%	58.2%	30.5%
MN-SC91-DH	CR7 (G)	40.00-40.50			0.7%	1.6%	79.7%	18.0%
MN-SC92-PZ	CR1 (A)	1.50-2.00			2.5%	54.2%	38.7%	4.6%
MN-SC92-PZ	CR2 (B)	3.00-3.50			10.8%	79.5%	9.1%	0.6%
MN-SC92-PZ	CR3 (C)	11.50-11.90			0.8%	85.8%	12.4%	1.0%
MN-SC92-PZ	CR4 (D)	16.00-16.50			4.0%	73.6%	20.8%	1.6%
MN-SC92-PZ	CR5 (E)	25.00-25.50				0.7%	76.9%	22.4%
MN-SC92-PZ	CR6 (F)	34.00-34.50				1.2%	69.4%	29.4%
MN-SC92-PZ	CR7 (G)	42.00-42.50			1.0%	5.4%	77.4%	16.2%
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00				2.7%	75.3%	22.0%
MN-SC93-DH	CR1 (A)	4.00-4.50			1.4%	1.9%	65.2%	31.5%

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Umidità		Analisi granulometrica			
			W		Ghiaie	Sabbie	Limo	Argilla
			%		%	%	%	%
MN-SC93-DH	CR2 (B)	7.00-7.50				49.6%	41.3%	9.1%
MN-SC93-DH	CR3 (C)	14.00-14.50			0.1%	94.3%	5.6%	
MN-SC93-DH	CR4 (D)	19.00-19.50			0.4%	97.4%	2.2%	
MN-SC93-DH	CR5 (E)	28.00-28.50			0.1%	94.4%	5.5%	
MN-SC93-DH	CR6 (F)	34.00-34.50			0.2%	98.9%	0.9%	
MN-SC93-DH	CR7 (G)	40.00-40.50			1.1%	4.9%	80.2%	13.8%
MN-SC94-PZ	CR1 (A)	3.00-3.50			0.1%	73.0%	25.6%	1.3%
MN-SC94-PZ	CR2 (B)	10.00-10.50			0.3%	94.8%	4.9%	
MN-SC94-PZ	CR3 (C)	19.00-19.50			1.0%	90.4%	7.7%	0.9%
MN-SC94-PZ	CR4 (D)	28.00-28.50			1.8%	97.5%	0.7%	
MN-SC94-PZ	CR5 (E)	34.00-34.50			7.1%	90.9%	2.0%	
MN-SC94-PZ	CR6 (F)	43.00-43.50				1.9%	77.1%	21.0%
MN-SC94-PZ	CR7 (G)	44.50-45.00			2.9%	11.6%	49.4%	36.1%

TAB. 10 – RISULTATI DELLE PROVE PER LA DETERMINAZIONE DEI CONTENUTI D'ACQUA E DELLE ANALISI GRANULOMETRICHE

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Prove triassiali				
			CID		CIU		UU
			$\phi'$ °	c' Kpa	$\phi'$ °	c' Kpa	cu Kpa
MN-SC1-PZ	SH2 (B)	6.00-6.50			34.74	0.00	
MN-SC44-PZ	SH2 (B)	6.50-7.10			20.99	22.56	
MN-SC52-PZ	SH2 (B)	9.00-9.60			22.18	13.73	
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00	20.2	38.0			32.4
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00	25.7	35.8			56.5

TAB. 11 – RISULTATI DELLE PROVE TRIASSIALI

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Compressione Assiale Semplice non confinata (C.N.C.) (E.L.L.)			Prove di taglio			
			Cu	Pressione a rottura	Deformazione a rottura	CD piccolo		CD vol. cost	
						$\phi'$ °	c' Kpa	$\phi'$ °	c' Kpa
MN-SC1-PZ	SH1 (A)	4.50-5.00	25.50	50.99	4.40%	30.53	12.75		
MN-SC2-DH	SH1	5.80-6.40	29.00	58.00	1.53%	31.80	9.20	31.30	0.90
MN-SC3-DH	SH1	7.20-7.80	10.00	20.00	3.81%	30.10	1.20	31.00	7.00
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00						30.64	20.29
MN-SC4-DH	CR2	9.00-9.30				34.71	0.17		
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00						37.33	3.16
MN-SC5-PZ	CR1	3.00-3.30	28.67	57.34	3.83%				
MN-SC11-DH	SH1	18.00-18.50				31.60	4.30	27.80	5.60
MN-SC16-PZ	SH1 (A)	6.00-6.60	58.84	117.68	12.00%	30.49	10.79		
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	105.50	211.00	8.00%	27.00	21.00		
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20				33.00	10.00		
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	93.00	186.00	8.00%	30.00	18.00		
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20				25.00	33.00		

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Compressione Assiale Semplice non confinata (C.N.C.) (E.L.L.)			Prove di taglio			
			Cu	Pressione a rottura	Deformazione a rottura	CD piccolo		CD vol. cost	
						$\phi'$	c'	$\phi'$	c'
Kpa	Kpa	%	°	Kpa	°	Kpa			
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	197.00	394.00	4.50%	26.00	28.00		
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	150.00	300.00	5.00%	30.00	21.00		
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50				29.00	17.00		
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00				32.00	14.00		
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	133.50	267.00	3.00%	29.00	19.00		
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	67.50	135.00	3.00%	28.00	18.00		
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	70.50	141.00	4.00%	31.00	16.00		
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	200.00	400.00	13.00%	31.00	15.00		
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	235.50	471.00	8.00%	32.00	12.00		
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	134.00	268.00	6.00%	31.00	16.00		
MN-SC29-PZ	SH2 (B)	24.30-24.90	109.83	219.67	4.70%				
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	150.00	300.00	8.00%	29.00	12.00		
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75				35.00	10.00		
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	138.50	277.00	7.50%	29.00	18.00		
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50	43.15	86.30	12.36%	36.00	14.71		
MN-SC36-DH	CR1	11.00-11.30				23.80	40.00		
MN-SC36-DH	CR2	13.20-13.40	52.75	105.50	4.53%				
MN-SC36-DH	CR3	27.00				35.80	0.00		
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50	32.10	64.20	8.88%				
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10	82.68	165.35	9.57%			27.04	34.07
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45	22.92	45.84	3.15%	33.07	0.37		
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	196.00	392.00	3.00%				
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	75.00	150.00	1.40%				
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	40.50	81.00	6.00%	30.00	14.00		
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	35.50	71.00	7.50%	28.00	18.00		
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60				38.00	14.00		
MN-SC44-PZ	SH1 (A)	3.00-3.60	58.35	116.70	6.45%	19.33	28.44		
MN-SC44-PZ	SH2 (B)	6.50-7.10	27.46	54.92	1.33%				
MN-SC44-PZ	SH3 (C)	11.50-12.10	68.16	136.31	4.99%				
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	30.00	60.00	8.00%	29.00	23.00		
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	63.00	126.00	8.00%	28.00	25.00		
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	90.50	181.00	8.00%	22.00	24.00		
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	65.00	130.00	9.21%	18.00	21.00		
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00	34.81	69.63	6.60%	33.00	0.00		
MN-SC52-PZ	SH1 (A)	4.70-5.30	40.21	80.41	1.33%	31.00	9.81		
MN-SC52-PZ	SH2 (B)	9.00-9.60	31.38	62.76	6.00%				
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	59.00	118.00	9.87%	28.00	22.00		
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	72.00	144.00	10.53%	28.00	24.00		
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	61.00	122.00	13.16%	22.00	26.00		
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	72.00	144.00	10.53%	26.00	18.00		
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80	61.50	123.00	10.53%	20.00	28.00		

TAB. 12 – RISULTATI DELLE PROVE A COMPRESSIONE ASSIALE SEMPLICE NON CONFINATA (ESPANSIONE LIBERA LATERALE) E DI TAGLIO DIRETTO

Sondaggio	Campione (CR \ SH- OS \ SPT)	Prof. (m)	Edometria								
			M (MPa) (Modulo Edometrico Eed)								
			Intervalli di carico in KPa								
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0	
MN-SC2-DH	SH1	5.80-6.40						26.40			
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00	1.12	1.66	2.55	3.36	5.59	10.74	19.20	34.85	
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00	2.36	3.13	4.51	8.21	14.40	23.70	38.57	59.84	
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	0.80	1.00	1.10	2.80	4.40	8.70	15.50	31.40	
MN-SC18-PZ	SH1	4.25-4.65		10.00	11.70	12.60	13.10	13.20	23.70	38.30	
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20	4.50	7.50	11.20	12.80	19.70	29.60	39.70	60.50	
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	3.20	4.70	4.90	7.10	9.20	16.10	22.50	35.10	
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20	3.80	5.10	5.30	6.70	10.40	14.10	22.70	33.60	
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	4.20	4.40	5.30	7.40	10.40	15.90	23.90	56.40	
MN-SC23-PZ	SH3	25.50-26.10	2.10	2.80	3.10	3.40	4.00	4.50	4.70	6.80	
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	4.20	6.90	8.20	9.00	12.90	23.70	35.60	47.40	
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50	1.60	3.40	4.20	7.50	16.80	31.80	43.00	64.80	
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00	3.40	4.10	5.40	7.90	12.10	19.60	31.10	53.80	
MN-SC25-DH	SH3	33.20-33.70	2.80	3.90	4.90	7.20	8.70	17.50	29.80	42.20	
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	3.80	4.10	4.40	6.70	9.40	13.30	17.50	31.10	
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	0.80	1.50	2.20	5.10	6.90	11.40	19.70	30.60	
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	2.30	3.80	6.90	8.00	12.10	17.50	29.70	48.00	
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	3.80	5.10	5.50	8.90	15.40	19.90	42.40	75.00	
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	5.00	6.00	7.90	9.10	11.60	15.40	20.10	30.80	
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	1.90	2.80	3.80	6.40	9.70	16.60	27.70	43.80	
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	4.10	4.70	7.40	9.20	15.00	21.10	30.60	40.90	
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75	10.80	12.50	13.60	19.40	27.50	40.00	59.30	68.80	
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	6.20	7.10	9.00	9.80	13.80	14.60	22.00	32.10	
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50			8996	1497	27.02				
MN-SC37-PZ	SH1	4.50-5.00	0.76	2.31	3.53	6.37	9.38	17.79	30.97		
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50	0.63	1.71	2.71	3.74	6.61	10.86	16.96		
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10	1.66	2.24	3.65	5.88	9.08	14.03	23.25	39.65	
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45	2.64	2.98	5.78	8.87	13.16	21.01	31.51	45.41	
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	2.10								
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	2.20								
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	2.60	2.60	3.00	4.00	6.30	9.70	17.80	31.20	
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	2.30	2.50	2.90	4.20	5.80	8.60	15.50	27.20	
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60	0.80	0.90	1.00	1.00	1.20	1.80	3.60	7.10	
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	1.80	2.10	2.20	2.70	4.20	7.40	17.50	22.40	

Sondaggio	Campione (CR \ SH- OS \ SPT)	Prof. (m)	Edometria								
			M (MPa) (Modulo Edometrico Eed)								
			Intervalli di carico in KPa								
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0	
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	2.30	3.10	3.60	4.90	6.80	10.60	17.30	29.90	
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	2.50	2.90	2.90	3.30	4.40	6.90	13.50	26.40	
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	1.70	1.80	1.80	1.80	1.90	2.70	2.90	7.70	
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00			3.13	5.00					
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	2.60	2.90	3.20	4.50	6.50	9.90	16.60	28.40	
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	2.60	3.10	3.80	4.40	6.70	8.40	14.80	24.50	
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	1.40	2.10	2.10	2.60	3.50	6.40	12.20	24.70	
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	2.70	2.80	3.10	4.00	5.50	10.80	11.10	26.60	
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80		2.40	2.70	3.20	4.30	4.80	12.60	21.10	
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00	0.72	1.30	1.62	2.48	3.96	6.03	10.77		
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00		1.20	3.00	4.10	7.20	11.40	19.10	32.30	

TAB. 13 – RISULTATI DELLE PROVE EDOMETRICHE (MODULO EDOMETRICO)

Sondaggio	Campione (CR \ SH- OS \ SPT)	Prof. (m)	Edometria								
			Cv (cm <sup>2</sup> /s) (Coefficiente di consolidazione)								
			Intervalli di carico in Kpa								
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0	
MN-SC2-DH	SH1	5.80-6.40						4.00E-02			
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00		3.47E-03	5.68E-03						
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00		2.67E-03	1.20E-03						
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	3.88E-04	3.40E-04	3.36E-04	2.20E-04	2.00E-04	1.80E-04	1.65E-04	1.50E-04	
MN-SC18-PZ	SH1	4.25-4.65		3.40E-04	3.36E-04	2.20E-04	2.00E-04	1.80E-04	1.65E-04	1.50E-04	
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20	1.42E+00	2.61E+00	3.06E+00	4.10E+00	9.85E-01	8.80E-01	7.50E-01	1.50E-01	
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	3.60E-03	6.30E-04	7.70E-04	1.20E-03	6.80E-04	6.20E-04	3.60E-04	3.50E-04	
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20	1.28E-03	2.60E-04	3.36E-04	2.20E-04	2.00E-04	1.80E-04	1.65E-04	1.50E-04	
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	1.02E-03	2.60E-04	2.40E-04	2.00E-04	1.80E-04	1.05E-04	1.10E-04	1.01E-04	
MN-SC23-PZ	SH3	25.50-26.10	2.28E-01	2.80E-02	3.36E-02	2.10E-02	3.00E-02	1.90E-02	1.45E-02	1.80E-02	
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	5.40E-04	1.10E-03	3.50E-03	3.00E-03	2.00E-03	1.10E-03	5.00E-04	3.40E-04	
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50	1.40E-03	2.20E-03	3.50E-04	2.60E-04	2.10E-04	1.90E-04	1.60E-04	1.40E-04	
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00	1.30E-02	2.80E-02	3.10E-03	2.20E-03	1.70E-03	5.30E-03	6.20E-03	8.00E-03	
MN-SC25-DH	SH3	33.20-33.70	1.00E-03	1.20E-03	2.10E-04	2.00E-04	1.30E-04	1.80E-04	1.20E-04	1.30E-04	
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	5.48E-03	4.00E-03	3.36E-03	3.10E-03	1.80E-03	4.50E-04	2.40E-04	1.35E-04	



Sondaggio	Campione (CR   SH- OS   SPT)	Prof. (m)	Edometria								
			Cv (cm <sup>2</sup> /s) (Coefficiente di consolidazione)								
			Intervalli di carico in Kpa								
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0	
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	1.82E-03	3.61E-03	3.06E-03	7.10E-03	8.85E-03	9.80E-03	1.50E-03	1.10E-03	
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	3.12E-03	4.61E-03	3.66E-03	5.10E-03	8.15E-03	9.90E-03	3.50E-03	2.10E-03	
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	2.33E-02	2.10E-02	1.80E-02	1.68E-02	1.85E-02	1.70E-02	1.94E-02	1.81E-03	
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	1.21E-01	1.60E-01	6.40E-02	4.54E-02	3.50E-02	2.80E-02	2.12E-02	2.50E-02	
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	1.33E-02	1.80E-02	2.00E-02	1.70E-02	1.90E-02	1.82E-02	1.50E-02	1.81E-02	
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	1.20E-01	1.30E-01	9.10E-02	8.00E-02	6.00E-02	5.20E-02	4.30E-02	2.81E-02	
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75	2.20E-01	2.30E-01	8.10E-02	7.00E-02	5.00E-02	4.20E-02	3.30E-02	1.81E-02	
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	2.20E-02	2.30E-02	1.81E-02	7.00E-03	5.00E-03	4.20E-03	3.30E-03	1.81E-03	
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50		1.09E-05	4.41E-03	1.01E-02	9.17E-03				
MN-SC37-PZ	SH1	4.50-5.00			3.89E-04						
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50			1.57E-03						
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10		8.20E-03	1.34E-02						
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45				1.47E-02	1.56E-02				
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	2.36E-04								
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	3.36E-03								
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	2.48E-02	2.20E-02	2.16E-02	2.00E-02	1.70E-02	1.40E-02	1.20E-02	1.10E-02	
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	2.48E-03	2.00E-03	2.00E-03	1.60E-03	1.20E-03	1.10E-03	1.05E-03	1.00E-03	
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60	2.48E-01	2.20E-01	2.16E-01	2.00E-01	1.70E-01	1.40E-01	1.20E-01	1.10E-01	
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	2.90E-04	2.70E-04	1.90E-04	1.80E-04	1.60E-04	1.25E-04	1.12E-04	1.04E-04	
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	8.20E-04	7.20E-04	6.70E-04	6.40E-04	6.10E-04	1.80E-03	2.20E-03	1.10E-04	
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	3.91E-03	3.65E-03	3.43E-03	3.10E-03	2.75E-03	2.10E-03	1.93E-03	1.88E-03	
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	2.10E-01	1.90E-01	1.70E-01	8.50E-02	6.40E-02	5.80E-02	6.80E-02	3.10E-02	
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00			2.29E-03	4.75E-03					
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	2.55E-03	2.42E-03	2.10E-03	1.90E-03	1.70E-03	1.40E-04	1.28E-04	1.09E-04	
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	4.10E-04	3.80E-04	3.10E-04	2.60E-04	2.20E-04	1.90E-04	1.63E-04	1.40E-03	
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	3.33E-04	2.70E-04	2.55E-04	2.10E-04	1.99E-04	1.85E-04	1.77E-04	1.60E-04	
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	6.20E-03	5.90E-03	5.30E-03	5.00E-03	4.70E-03	3.90E-03	3.13E-03	2.87E-03	
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80		2.75E-03	2.70E-03	2.60E-03	2.87E-03	2.74E-03	2.30E-03	2.02E-03	
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00			6.26E-04						
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00		7.66E-03	8.69E-03	9.09E-03	1.12E-02	8.15E-03	5.91E-03	5.09E-03	

TAB. 14 – RISULTATI DELLE PROVE EDOMETRICHE (COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	35 di 211



Sondaggio	Campione (CR \ SH- OS \ SPT)	Prof. (m)	Edometria								
			K (cm/s) (Permeabilità)								
			Intervalli di carico in Kpa								
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0	
MN-SC4-DH	SH1	4.50-5.00		2.04E-07	2.16E-07						
MN-SC5-PZ	SH1	5.50-6.00		8.35E-08	2.60E-08						
MN-SC17-DH	SH1	4.60-5.00	4.83E-08	3.37E-08	3.01E-08	7.78E-09	4.50E-09	2.08E-09	1.07E-09	4.78E-10	
MN-SC18-PZ	SH1	4.25-4.65		3.40E-09	2.87E-09	1.74E-09	1.52E-09	1.36E-09	6.96E-10	3.91E-10	
MN-SC21-DH	SH1	5.70-6.20	3.19E-05	3.47E-05	2.72E-05	3.21E-05	5.00E-06	2.97E-06	1.89E-06	2.48E-07	
MN-SC22-PZ	SH1	34.70-35.00	1.13E-07	1.35E-08	1.58E-08	1.68E-08	7.38E-09	3.85E-09	1.60E-09	9.96E-10	
MN-SC23-PZ	SH1	2.80-3.20	3.33E-08	5.07E-09	6.40E-09	3.27E-09	1.93E-09	1.28E-09	7.27E-10	4.47E-10	
MN-SC23-PZ	SH2	6.00-6.50	2.46E-08	5.87E-09	4.53E-09	2.69E-09	1.74E-09	6.59E-10	4.61E-10	1.79E-10	
MN-SC23-PZ	SH3	25.50-26.10	1.11E-05	1.00E-06	1.10E-06	6.23E-07	7.43E-07	4.20E-07	3.06E-07	2.64E-07	
MN-SC24-DH	SH1	31.50-32.00	1.30E-08	1.59E-08	4.25E-08	3.34E-08	1.55E-08	4.65E-09	1.41E-09	7.18E-10	
MN-SC25-DH	SH1	18.00-18.50	8.70E-08	6.43E-08	8.30E-09	3.47E-09	1.25E-09	5.98E-10	3.72E-10	2.16E-10	
MN-SC25-DH	SH2	25.50-26.00	3.81E-07	6.75E-07	5.74E-08	2.77E-08	1.40E-08	2.71E-08	2.00E-08	1.49E-08	
MN-SC25-DH	SH3	33.20-33.70	3.58E-08	3.09E-08	4.31E-09	2.77E-09	1.50E-09	1.03E-09	4.03E-10	3.08E-10	
MN-SC26-PZ	SH1	18.00-18.50	1.42E-07	9.72E-08	7.62E-08	4.62E-08	1.92E-08	3.37E-09	1.37E-09	4.34E-10	
MN-SC26-PZ	SH2	20.65-21.15	2.39E-07	2.41E-07	1.37E-07	1.39E-07	1.28E-07	8.59E-08	7.61E-09	3.59E-09	
MN-SC26-PZ	SH3	31.50-32.00	1.38E-07	1.23E-07	5.31E-08	6.41E-08	6.74E-08	5.67E-08	1.18E-08	4.38E-09	
MN-SC27-DH	SH1	31.50-32.00	6.09E-07	4.11E-07	3.26E-07	1.90E-07	1.20E-07	8.54E-08	4.57E-08	2.41E-09	
MN-SC27-DH	SH2	36.80-37.30	2.44E-06	2.65E-06	8.06E-07	4.98E-07	3.02E-07	1.81E-07	1.05E-07	8.12E-08	
MN-SC28-PZ	SH1	18.00-18.40	7.16E-07	6.39E-07	5.24E-07	2.64E-07	1.95E-07	1.10E-07	5.41E-08	4.13E-08	
MN-SC33-DH	SH1	13.70-14.20	2.94E-06	2.78E-06	1.23E-06	8.73E-07	4.00E-07	2.47E-07	1.41E-07	6.87E-08	
MN-SC33-DH	SH2	30.35-30.75	2.03E-06	1.85E-06	5.95E-07	3.61E-07	1.82E-07	1.05E-07	5.57E-08	2.63E-08	
MN-SC34-PZ	SH1	31.50-32.00	3.54E-07	3.25E-07	2.02E-07	7.15E-08	3.62E-08	2.88E-08	1.50E-08	5.64E-09	
MN-SC35-PZ	SH1	12.00-12.50			4.18E-05	6.65E-05	3.33E-05				
MN-SC37-PZ	SH1	4.50-5.00			1.10E-08						
MN-SC37-PZ	SH2	12.00-12.50			5.79E-08						
MN-SC38-DH	SH1	4.60-5.10		3.58E-07	3.57E-07						
MN-SC38-DH	SH2	10.00-10.45				1.61E-07	1.16E-07				
MN-SC40-DH	SH1	3.00-3.60	1.11E-10								
MN-SC40-DH	SH2	6.00-6.60	1.50E-07								
MN-SC43-DH	SH1	1.60-2.20	9.54E-07	8.52E-07	7.25E-07	5.04E-07	2.68E-07	1.44E-07	6.74E-08	3.53E-08	
MN-SC43-DH	SH2	6.00-6.60	1.10E-07	8.13E-08	7.01E-08	3.83E-08	2.06E-08	1.28E-08	6.78E-09	3.68E-09	
MN-SC43-DH	SH3	12.00-12.60	2.98E-05	2.45E-05	2.19E-05	1.96E-05	1.39E-05	7.68E-06	3.34E-06	1.54E-06	
MN-SC47-DH	SH1	3.00-3.50	1.64E-08	1.28E-08	8.53E-09	6.76E-09	3.81E-09	1.68E-09	6.39E-10	4.64E-10	
MN-SC47-DH	SH2	9.90-10.60	3.58E-08	2.33E-08	1.88E-08	1.30E-08	8.99E-09	1.70E-08	1.27E-08	3.67E-10	

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
<b>AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G.</b> Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

Sondaggio	Campione (CR \ SH - OS \ SPT)	Prof. (m)	Edometria							
			K (cm/s) (Permeabilità)							
			Intervalli di carico in Kpa							
			25.0	49.0	98.0	196.0	392.0	785.0	1569.0	3138.0
MN-SC48-PZ	SH1	5.80-6.40	1.55E-07	1.26E-07	1.19E-07	9.41E-08	6.20E-08	3.06E-08	1.43E-08	7.12E-09
MN-SC48-PZ	SH2	10.00-10.60	1.23E-05	1.05E-05	9.40E-06	4.78E-06	3.46E-06	2.11E-06	2.38E-06	4.02E-07
MN-SC51-PZ	SH1	4.50-5.00			7.16E-05	9.33E-05				
MN-SC53-DH	SH1	3.00-3.50	9.71E-08	8.34E-08	6.65E-08	4.26E-08	2.62E-08	1.41E-09	7.72E-10	3.84E-10
MN-SC53-DH	SH2	10.50-11.10	1.60E-08	1.23E-08	8.20E-09	5.95E-09	3.31E-09	2.27E-09	1.10E-09	5.71E-09
MN-SC53-DH	SH3	47.80-48.40	2.41E-08	1.32E-08	1.24E-08	8.06E-09	5.62E-09	2.88E-09	1.45E-09	6.48E-10
MN-SC54-PZ	SH1	4.30-4.90	2.33E-07	2.12E-07	1.72E-07	1.25E-07	8.55E-08	3.60E-08	2.83E-08	1.08E-08
MN-SC54-PZ	SH2	10.25-10.80		1.16E-07	9.91E-08	8.15E-08	6.62E-08	5.71E-08	1.83E-08	9.58E-09
MN-SC89-DH	SH1	3.40-4.00			3.87E-08					
MN-SC93-DH	SH1	2.60-3.00		6.42E-07	2.84E-07	2.18E-07	1.53E-07	7.04E-08	3.03E-08	1.54E-08

TAB. 15 – RISULTATI DELLE PROVE EDMETRICHE (PERMEABILITÀ)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	37 di 211

#### 4 MODELLO GEOLOGICO

Le indagini pregresse e di nuova esecuzione hanno consentito di ricostruire l'assetto litostratimetrico dell'area oggetto di studio.

In particolare, alla luce di quanto emerso nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo e delle prove penetrometriche, si sono potute redigere le sezioni, in scala L=1:5.000 H=1:500, raffigurate negli elaborati LOM-GE.4.1, LOM-GE.4.2, LOM-GE.4.3, LOM-GE.4.4 e LOM-GE.4.5 dello studio geologico.

I dati delle indagini sono stati correlati nelle sezioni utilizzando 6 differenti classi di terreni:


1. Depositi prevalentemente sabbioso ghiaiosi, sabbie con ghiaie e ciottoli
2. Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi
3. Depositi prevalentemente limosi o limoso sabbiosi
4. Depositi prevalentemente argillosi, argilloso limosi o limoso argillosi
5. Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe
6. Rilevato autostradale esistente

Dalla lettura di questi elaborati si evince che la classe più presente nel sottosuolo in esame, considerando uno spessore una cinquantina di metri, è quella dei "Depositi prevalentemente sabbiosi, talora sabbioso limosi" anche se, molto spesso, essi si rinvengono sotto una copertura di spessore variabile (mediamente pari a 5÷10 m) di sedimenti più fini: "Depositi prevalentemente limosi o limoso sabbiosi" e "Depositi prevalentemente argillosi, argilloso limosi o limoso argillosi".

Fa eccezione il tratto a cavallo del fiume Mincio tra le chilometriche 261 e 264 che presenta assetto litostratimetrico molto vario, con alternanze di depositi a differente granulometria (tra i quali anche "Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe" e "Depositi prevalentemente sabbioso ghiaiosi, sabbie con ghiaie e ciottoli), per l'intera profondità indagata.

Sabbie affioranti si trovano: a nord della chilometrica 246, tra le chilometriche 249,1 e 251,3, attorno alla chilometrica 254, subito a settentrione del fiume Mincio (tra le chilometriche 258,6 e 262,5), tra le chilometriche 264,3 e 265 e in corrispondenza dell'alveo del fiume Po (tra la chilometrica 269 e la chilometrica 270).

Relativamente alla presenza di locali lenti di "Depositi prevalentemente argillosi o limosi con elevati tenori di sostanza organica, torbe", oltre a quelle già indicate in vicinanza del fiume Mincio (tra le chilometriche 262,5 e 264,8) vanno segnalate quelle rilevate con il sondaggio MN-SC82, per uno spessore complessivo di circa 9 m, e quelle in corrispondenza della chilometrica 276,7, anche se decisamente più piccole (lo spessore complessivo è di circa 2 m).

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	38 di 211

## 5 ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI IN SITU

Le indagini effettuate, descritte nel capitolo 2, oltre a consentire di determinare la successione litostratimetrica dell'area oggetto di studio, hanno permesso di dedurre i parametri geotecnici.

A riguardo, di seguito, vengono descritte le correlazioni semi-empiriche utilizzate, che gli scriventi hanno individuato come più affidabili nel contesto geologico in esame, tenuto conto anche dei risultati delle analisi di laboratorio, di cui al capitolo 3, che sono servite per la taratura delle stesse.

Per i depositi coesivi sono stati utilizzati valori ottenuti da prove CPT e CPTU, mentre per i depositi granulari sono stati utilizzati anche valori ottenuti da prove SCPT e SPT.

### 5.1 Depositi coesivi

#### 5.1.1 Coesione in condizioni non drenate

La resistenza al taglio non drenata ( $c_u$ ) è stata determinata dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTU mediante la seguente equazione:

$$c_u = \frac{q_t - \sigma_{vo}}{N_K}$$

assumendo  $N_K=14$ , valore comunemente accettato in bibliografia per terreni simili.

#### 5.1.2 Coesione in condizioni drenate

La resistenza al taglio in condizioni drenate, o coesione efficace  $c'$ , è stata determinata facendo riferimento a quanto proposto da *Cherubini (2000)*, (*Reliability evaluation of shallow foundation bearing capacity on  $c'$ ,  $\phi'$  soils, Canadian Geotechnical Journal, 37, 264–269*), applicando la correlazione più cautelativa:

$$c' = -0.1793 \cdot \phi' + 15.21$$

#### 5.1.3 Angolo di resistenza al taglio

L'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ) è stato stimato in base alla correlazione di *De Mello (1971)* mediante la formula proposta da *Shioi e Fukuni (1982)*:

$$\Phi' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

dove il valore di  $N_{spt}$  viene ricavato utilizzando la correlazione di *Robertson (1983)* che lo mette in relazione alla resistenza alla punta ( $R_p$ ) del penetrometro statico:

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	39 di 211

$$N_{SPT} = \frac{Rp}{4.5}$$

**5.1.4 Modulo edometrico**

In accordo alla correlazione di Mitchell e Gardner (1975) il modulo edometrico, partendo dai valori di resistenza alla punta Rp, si ottiene utilizzando la seguente espressione:

$$E_{ed} = \alpha \cdot Rp$$

dove i valori di  $\alpha$  sono riportati nella Tab. 16 ( $w_n$  = umidità naturale espressa in percentuale).

Argille di bassa plasticità (CL)	Rp < 0.7 (MPa)	3 < $\alpha$ < 8
	0,7 < Rp < 2 (MPa)	2 < $\alpha$ < 5
	Rp > 2 (MPa)	1 < $\alpha$ < 2,5
Limi di bassa plasticità (ML)	Rp < 2 (MPa)	1 < $\alpha$ < 3
	Rp > 2 (MPa)	3 < $\alpha$ < 6
Limi e argille di alta plasticità (MH, CH)	Rp < 2 (MPa)	2 < $\alpha$ < 6
Limi organici (OL)	Rp < 1,2 (MPa)	2 < $\alpha$ < 8
Torba e argilla organica (Pt, OH)	50 < $w_n$ < 100	1,5 < $\alpha$ < 4
	100 < $w_n$ < 200	1 < $\alpha$ < 1,5
	$w_n$ > 200	0,4 < $\alpha$ < 1

TAB. 16 – CORRELAZIONE DI MITCHELL E GARDNER (1975)

**5.2 Depositi granulari**

**5.2.1 Angolo di resistenza al taglio**

Per i depositi granulari l'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ) è stato stimato in base alla correlazione di De Mello (1971) mediante la formula proposta da Shioi e Fukuni, *Road Bridge Specification* (1982):

$$\phi' = 27 + 0.3 * N_{spt}$$

dove il valore di  $N_{spt}$  viene ricavato utilizzando la correlazione di Robertson (1983) che lo mette in relazione alla resistenza alla punta (Rp) del penetrometro statico:

$$N_{SPT} = \frac{Rp}{4.5}$$

**5.2.2 Modulo elastico**

Il valore del modulo elastico E è stato ricavato mediante la relazione proposta da Schmertmann (1970,1978), partendo dalla resistenza alla punta Rp (prove CPT e CPTU):

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	40 di 211


<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

$$E=2.5 \cdot R_p$$

con il modulo elastico espresso in Kg/cm<sup>2</sup>.

Il modulo elastico E (di Young), è stato ricavato anche dalle prove SPT e SCPT, per i soli terreni costituiti da ghiaie e sabbie, tramite la relazione proposta da D'Apollonia et alii:

$$E = 7.71 \cdot N_{SPT} + 191$$

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	41 di 211

## 6 MODELLO GEOTECNICO

Partendo dagli accorpamenti litologici rappresentati negli elaborati LOM-GE.4.1, LOM-GE.4.2, LOM-GE.4.3, LOM-GE.4.4, LOM-GE.4.5 è stato possibile individuare il modello geotecnico dei terreni di fondazione, in asse all'A22, rappresentato graficamente, sempre in scala  $L=1:5.000$   $H=1:500$ , negli elaborati LOM-GT.4.1, LOM-GT.4.2, LOM-GT.4.3, LOM-GT.4.4, LOM-GT.4.5.

Anche in queste tavole, le singole indagini sono state posizionate in relazione dell'ubicazione planimetrica fornita, determinandone la quota di inizio sulla base dei dati altimetrici al contorno.

Sotto ogni sezione sono rappresentate le distanze, progressive e parziali, e la quota del terreno sul livello del mare (s.l.m.).

Per ogni sondaggio sono indicati:

- il codice
- la profondità in m
- la quota assoluta di bocca foro in m s.l.m.
- l'ubicazione rispetto all'asse del tracciato con distanza espressa in m
- l'anno in cui è stato realizzato
- se è stato o meno traslato dalla posizione originale (ai fini di consentirne la lettura)
- l'eventuale effettuazione di campionamenti, indisturbati, rimaneggiati e/o di prove SPT
- il livello massimo raggiunto dalla falda
- se è stato attrezzato con un piezometro a tubo aperto, rappresentando il tratto fenestrato

Inoltre, è stata raffigurata la successione litostratimetrica incontrata, distinguendo le seguenti classi:

- R = materiale di riporto
- V = terreno vegetale
- C = ciottoli
- G = ghiaia
- S = sabbia
- L = limo
- A = argilla
- T = torba
- ASF = asfalto
- O = materiale organico

e seguenti condizioni di copresenza o alternanza:

- XY = deposito misto con parti uguali di X e di Y
- X-Y = deposito misto con X molto più abbondante di Y

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	42 di 211



- $X/Y$  = alternanze paritetiche di X e Y

e rappresentando, sulla colonna stratigrafica, le profondità (in m) sia dei cambi litologici che dei multipli di 5 m.

Anche per le prove penetrometriche sono stati indicati:

- il codice
- la profondità in m
- la quota assoluta di bocca foro in m s.l.m.
- l'ubicazione rispetto all'asse del tracciato con distanza espressa in m
- l'anno in cui è stata realizzata
- se è stata o meno traslata dalla posizione originale (ai fini di consentirne la lettura)

Inoltre sono rappresentati i grafici, al variare della profondità, rispettivamente:

- di N20 per le prove penetrometriche dinamiche
- della sola resistenza alla punta,  $R_p$  (MPa), per le prove penetrometriche statiche con punta meccanica
- della resistenza alla punta,  $R_p$  (MPa), e della pressione interstiziale dei pori,  $u$  (MPa), per le prove penetrometriche statiche con punta elettrica dotata piezocono


Nel modello geotecnico i parametri relativi a ciascun orizzonte, sono espressi sia indicandone i valori medi sia quelli caratteristici (da utilizzare per valutazioni semiprobabilistiche, in ottemperanza alle N.T.C. 01/2008).

Il valore caratteristico della coesione non drenata, della coesione efficace e dei parametri di deformabilità, è stato valutato come il valore corrispondente al 5° percentile della distribuzione della media, utilizzando una distribuzione log-normale.

Per l'angolo di attrito interno il valore caratteristico è sempre riferito al 5° percentile della distribuzione del campione utilizzando però una distribuzione gaussiana (normale).

In Fig. 2 viene riportato, a titolo esemplificativo, il grafico della distribuzione lognormale dei valori del modulo elastico dell'orizzonte B.

In tale esempio a fronte di un parametro caratteristico calcolato di  $E=35.0$  MPa, il margine di errore, considerato l'insieme dei dati disponibili, risulta pari a circa 0.11 MPa, con un intervallo di confidenza del 95%.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	43 di 211

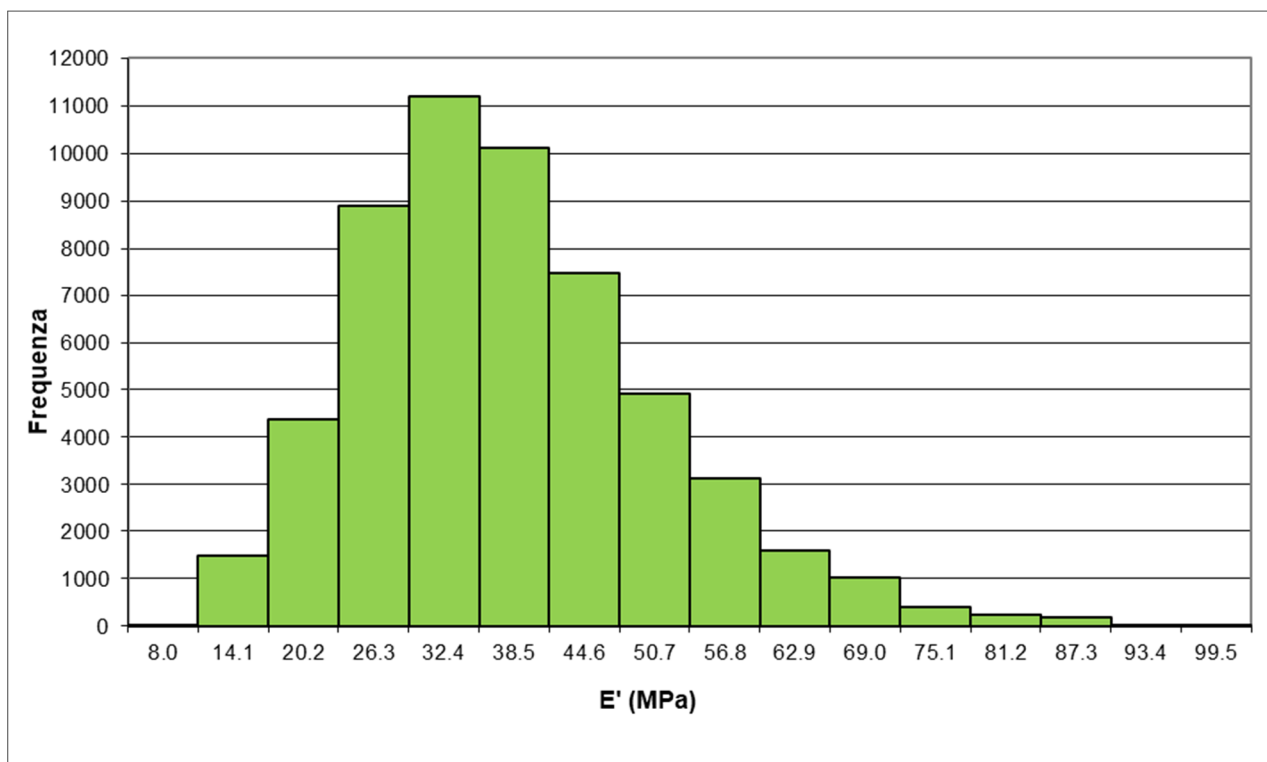


FIG. 2 - DISTRIBUZIONE LOGNORMALE DEL MODULO ELASTICO DELL'ORIZZONTE B

Tali elaborazioni sono state effettuate per tutti i parametri geotecnici per ciascun orizzonte individuato.

La modellazione geotecnica effettuata nel presente studio ha previsto la distinzione degli orizzonti descritti nei seguenti paragrafi.

### 6.1 Orizzonte A

- Comportamento: granulare
- Parametri geotecnici:
  - peso specifico  $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
  - angolo d'attrito:
    - valore caratteristico  $\varphi'_k = 36.81^\circ$
    - valore medio  $\varphi'_m = 37.38^\circ$
  - modulo elastico:
    - valore caratteristico:  $E_{y_k} = 43.00 \text{ MPa}$

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	44 di 211

valore medio:  $E_{y_m} = 44.59 \text{ MPa}$

## 6.2 Orizzonte B

- Comportamento: granulare
- Parametri geotecnici:
  - peso specifico  $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$
  - angolo d'attrito:
    - valore caratteristico  $\varphi'_k = 36.01^\circ$
    - valore medio  $\varphi'_m = 36.04^\circ$
  - modulo elastico:
    - valore caratteristico:  $E_{y_k} = 35.01 \text{ MPa}$
    - valore medio:  $E_{y_m} = 35.02 \text{ MPa}$

## 6.3 Orizzonte C

- Comportamento: coesivo
- Parametri geotecnici:
  - peso specifico  $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata:
    - valore caratteristico  $Cu_k = 163.93 \text{ kPa}$
    - valore medio  $Cu_m = 165.41 \text{ kPa}$
  - coesione efficace:
    - valore caratteristico  $c'_k = 11.06 \text{ kPa}$
    - valore medio  $c'_m = 11.07 \text{ kPa}$
  - angolo d'attrito:
    - valore caratteristico  $\varphi'_k = 25.60^\circ$
    - valore medio  $\varphi'_m = 25.71^\circ$
  - modulo edometrico:
    - valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 5.94 \text{ MPa}$
    - valore medio:  $E_{ed_m} = 6.03 \text{ MPa}$

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	45 di 211

## 6.4 Orizzonte D

- Comportamento: coesivo
- Parametri geotecnici:
  - peso specifico  $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata:  
valore caratteristico  $Cu_k = 92.88 \text{ kPa}$   
valore medio  $Cu_m = 94.06 \text{ kPa}$
  - coesione efficace:  
valore caratteristico  $c'_k = 11.29 \text{ kPa}$   
valore medio  $c'_m = 11.30 \text{ kPa}$
  - angolo d'attrito:  
valore caratteristico  $\varphi'_k = 22.90^\circ$   
valore medio  $\varphi'_m = 22.97^\circ$
  - modulo edometrico:  
valore caratteristico:  $Eed_k = 4.70 \text{ MPa}$   
valore medio:  $Eed_m = 4.76 \text{ MPa}$

## 6.5 Orizzonte E

- Comportamento: coesivo
- Parametri geotecnici:
  - peso specifico  $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata:  
valore caratteristico  $Cu_k = 53.26 \text{ kPa}$   
valore medio  $Cu_m = 56.27 \text{ kPa}$
  - coesione efficace:  
valore caratteristico  $c'_k = 11.59 \text{ kPa}$   
valore medio  $c'_m = 11.62 \text{ kPa}$
  - angolo d'attrito:  
valore caratteristico  $\varphi'_k = 20.10^\circ$   
valore medio  $\varphi'_m = 20.23^\circ$
  - modulo edometrico:

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	46 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	<i>Progetto definitivo</i>

valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 2.85 \text{ MPa}$

valore medio:  $E_{ed_m} = 2.94 \text{ MPa}$

Nel modello geotecnico sono stati raffigurati anche il rilevato autostradale esistente e il livello di involuppo dei massimi di falda che rappresenta sempre i livelli più alti tra quelli indicati nello studio a supporto del progetto definitivo e i dati considerati nel presente approfondimento.

## 6.6 Modelli geotecnici di dettaglio per i tratti interessati dalle barriere antirumore

La schematizzazione per orizzonti omogenei effettuata nel paragrafo precedente tiene conto di tutti i dati sia di campagna che di laboratorio che interessano l'orizzonte, identificato con criteri litostratigrafici.

È evidente che localmente vi possono essere delle variazioni, rispetto ai parametri medi, che rivestono particolare importanza per la progettazione esecutiva delle opere, con particolare riferimento alle barriere antirumore.

Per questo motivo, nel presente paragrafo verranno specificati i modelli geotecnici di dettaglio per i tratti interessati dalle barriere.

Di seguito per ciascun tratto viene proposta una tabella riepilogativa dei parametri da adottare. La tabella è stata redatta tenendo conto della successione stratigrafica riprodotta nelle tavole del modello geotecnico (riportata in stralcio anche nella figura seguente alla tabella) indicando, per ciascun orizzonte, la profondità da piano campagna (piede rilevato) del tetto e della base dell'orizzonte stesso.

Quando necessario ciascun orizzonte è stato suddiviso in più suborizzonti che mantengono la denominazione, ma acquisiscono una numerazione progressiva.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	47 di 211

6.6.1 Tratto Km 247+000 - 247+700

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ kPa	$c_u$ kPa	$E_y$ Mpa	$E_{ed}$ Mpa
D	Coesivo	p.c.	1.80	18.0	20.0	11	40		3.5
D'	Coesivo	1.80	4.50/6.40	19.0	24.0	10	110		6.5
C	Coesivo	4.50	5.60	17.0	18.0	11	25		2.5
B	Granulare	5.60/6.40	25.00	20.0	36.0	0	-	35.0	-

TAB. 17 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

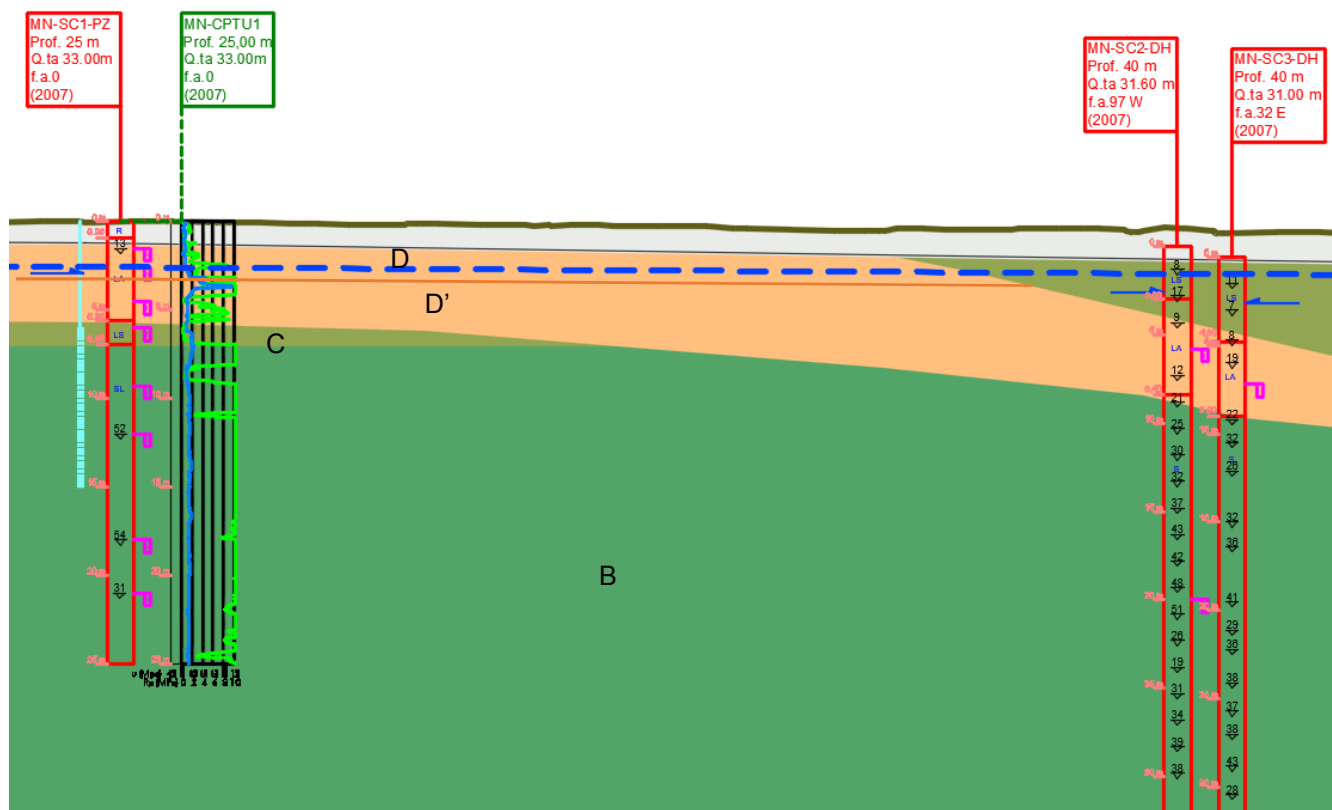


FIG. 3 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.2 Tratto Km 248+900 - 250+750

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ kPa	$c_u$ kPa	$E_y$ Mpa	$E_{ed}$ Mpa
B	Granulare	p.c.	3.50	20.0	36.0	0	-	35.0	-
C	Coesivo	4.50	5.60	20.5	23.0	10.5	80		5.0
D	Coesivo	p.c.	1.80	18.0	20.0	11	55		3.2
B'	Granulare	5.60/6.40	25.00	20.0	36.0	0	-	35.0	-

TAB. 18 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

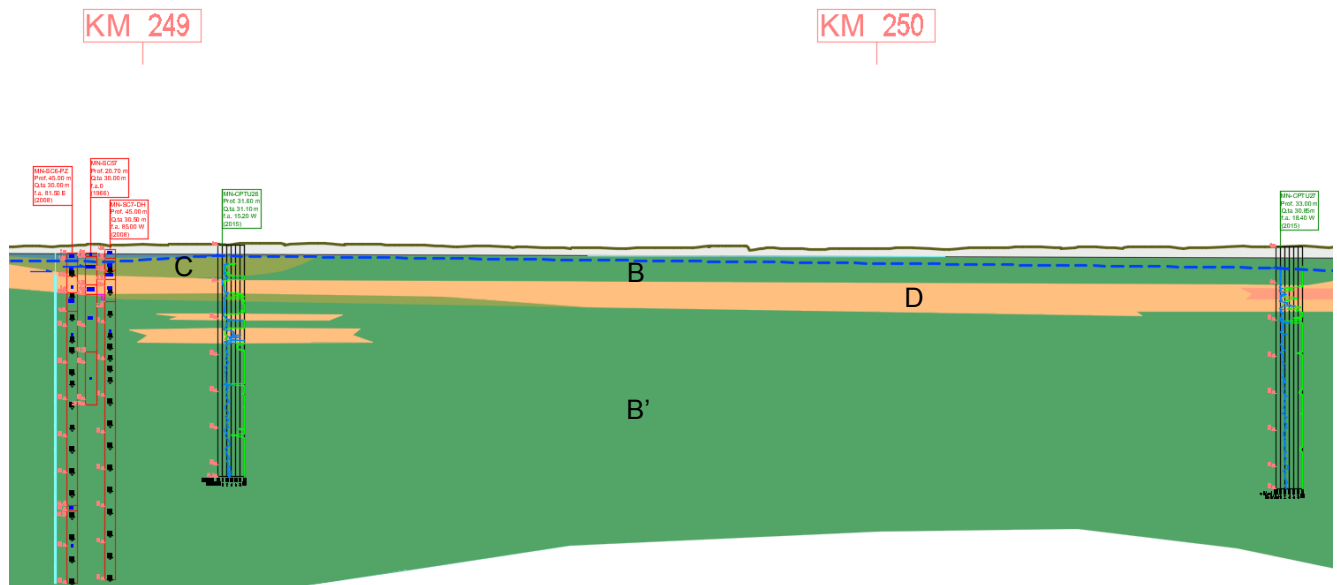


FIG. 4 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO



6.6.3 Tratto Km 250+750 – 252+500

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ 'k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
B	Granulare	p.c.	30.00	20.0	36.0	0	-	35.0	-
C	Coesivo	Vari livelli		20.5	24.5	10.0	130		7.5
D	Coesivo	Vari livelli		18.0	20.0	11	55		3.2

TAB. 19 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

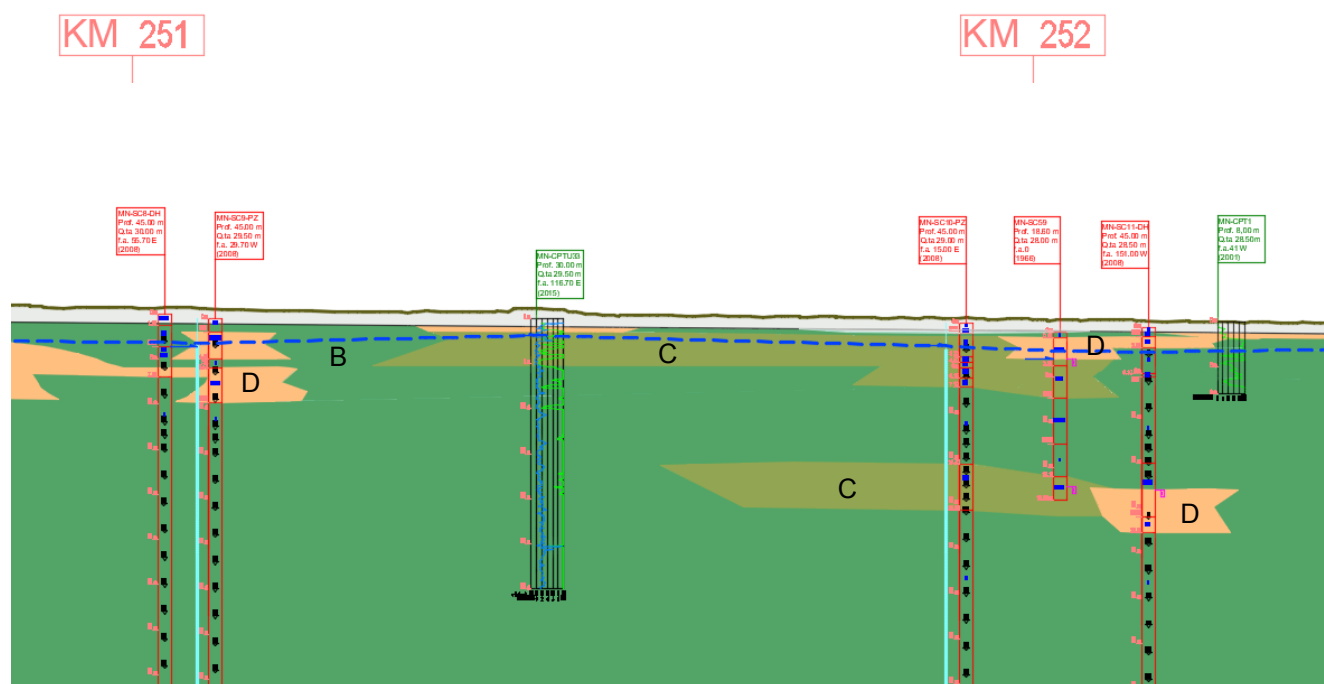


FIG. 5 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.4 Tratto Km 252+500 - 253+900

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ 'k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
B	Granulare	p.c.	25.00	20.0	36.0	0	-	35.0	-
C	Coesivo	1.50	4.60	20.5	24.0	10	120		7.0
C'	Coesivo	11.60	22.10	20.5	21.5	10.5	80		5.0
D	Coesivo	Vari livelli		19.0	21.5	11	70		4.5
E	Coesivo	3.40	6.00	18.5	20.1	11.6	53	-	2.8

TAB. 20 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

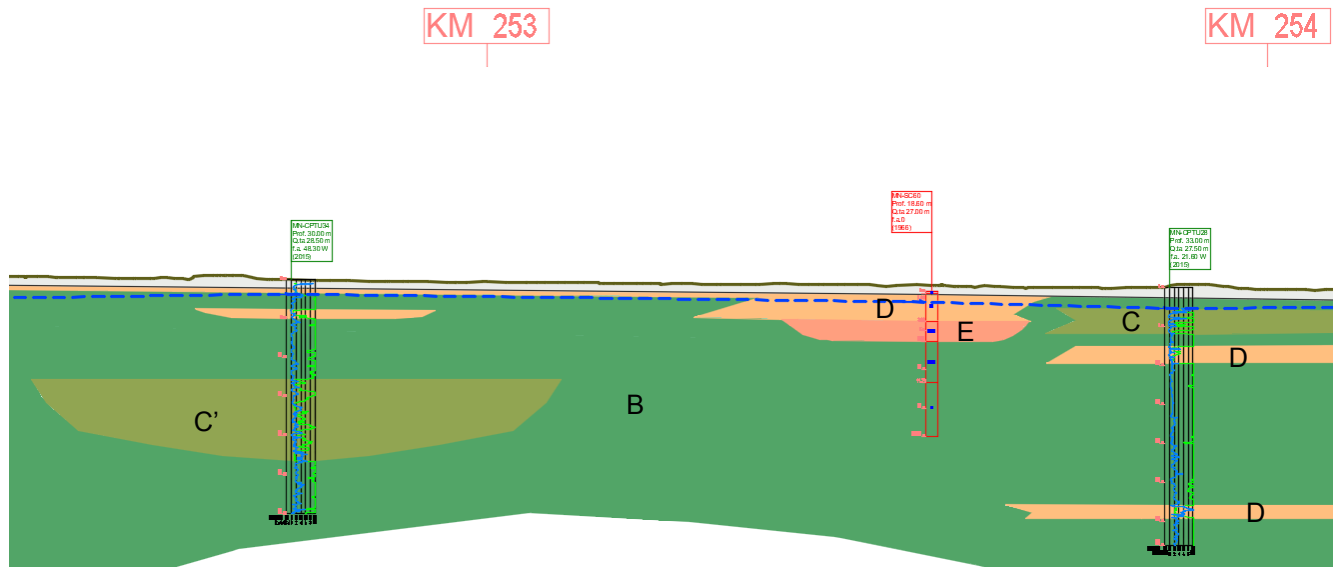


FIG. 6 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.5 Tratto Km 255+450 - 256+800

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ 'k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
D	Coesivo	p.c.	4.50/7.50	18.0	26.0	10	105		6.5
B	Granulare	p.c.	25.00	19.5	32.5	0	-	22.5	-

TAB. 21 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

KM 256

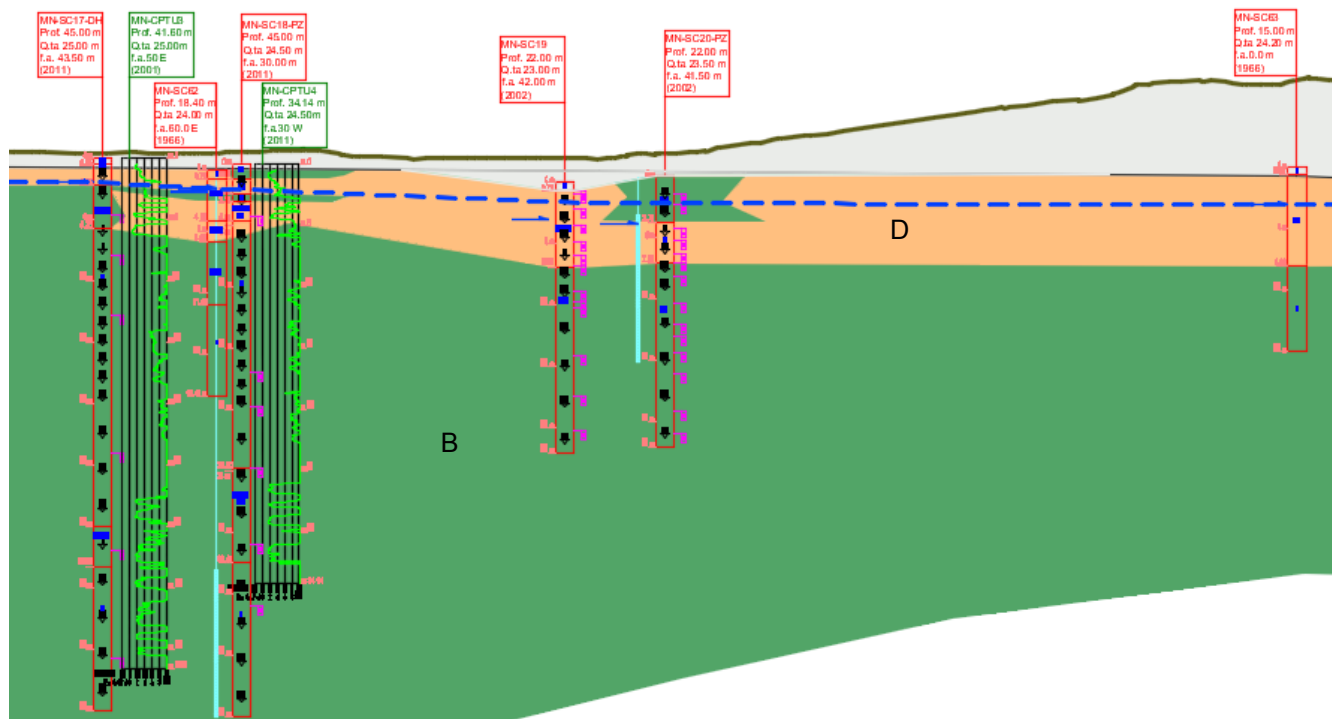


FIG. 7 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	52 di 211

6.6.6 Tratto Km 257+650 - 258+900

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ 'k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
C	Coesivo	p.c.	1.90	19.5	26.0	10	120		7.5
D	Coesivo	1.90	10.00	19.0	24.5	10.5	70		5.5
B	Granulare	p.c.	40.00	19.5	32.5	0	-	31.0	-
C'	Coesivo	24.30	32.80	18.0	23.5	11	90		6.0
A	Granulare	8.00	13.40	20.0	34.5	0	-	37.5	-

TAB. 22 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

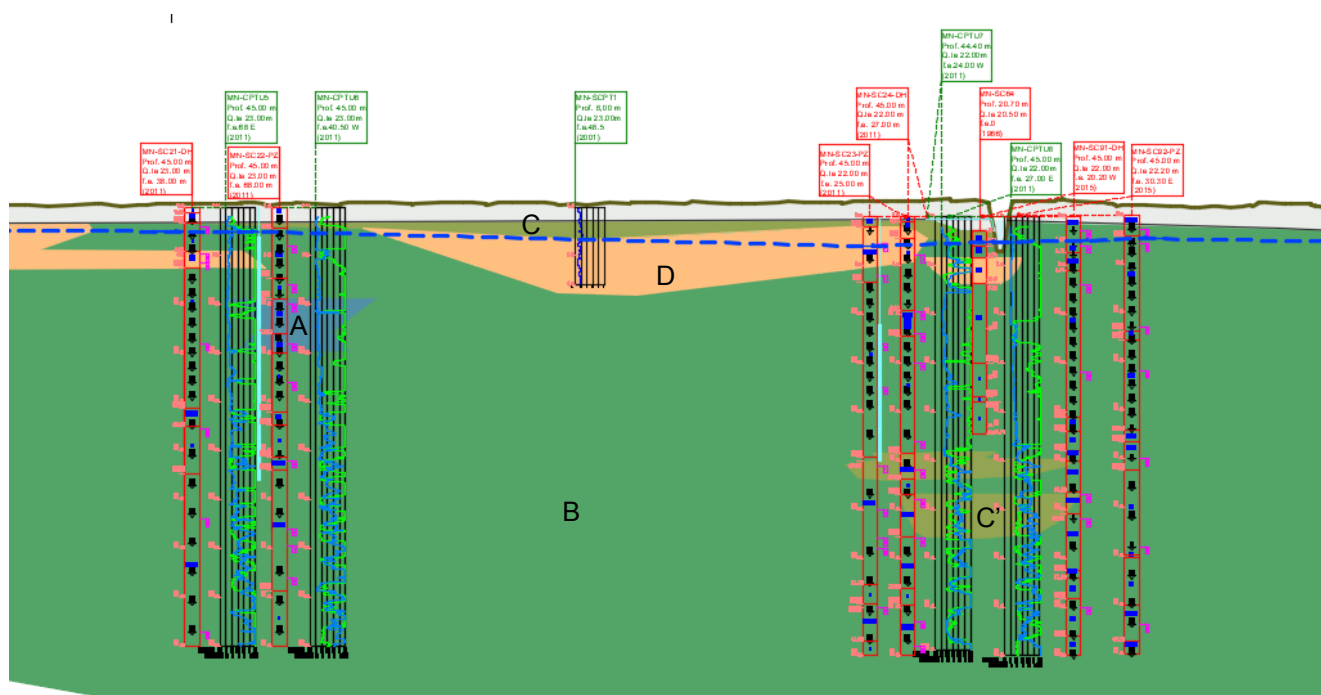


FIG. 8 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.7 Tratto Km 258+950 - 260+850

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
B	Granulare	p.c.	40.00	20.5	36.5	0	-	37.0	-
D	Coesivo	13.20	19.00	19.0	21.5	11.0	70		4.5

TAB. 23 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

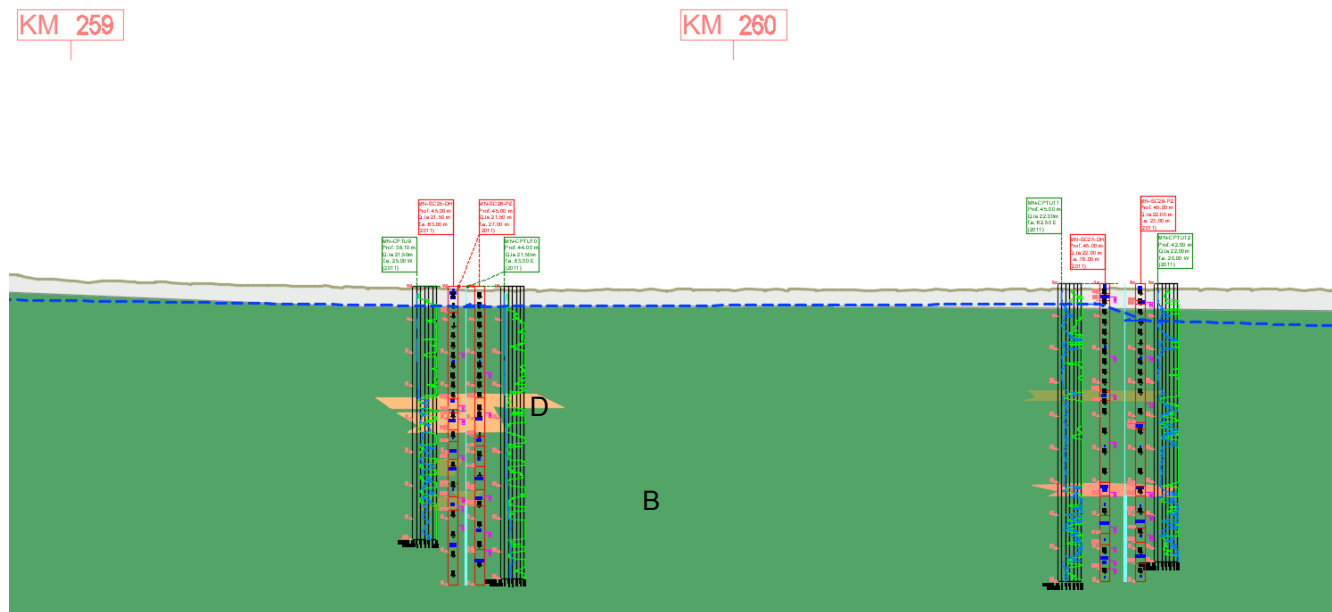


FIG. 9 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.8 Tratto Km 260+990 - 262+000

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ 'k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	m	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
D	Coesivo	p.c.	4.20	19.5	27.0	10.0	135		8.3
B	Granulare	p.c.	40.00	20.5	36.5	0	-	37.0	-
A	Granulare	2.50	8.30	20.0	33.0	0	-	35.0	-
D'	Coesivo	8.40/11.00	14.00	19.0	21.0	11.0	65	-	4.5
C	Coesivo	Vari livelli		19.0	22.5	11	80		5.0
C'	Coesivo	18.50	26.70	18.5	21.0	11.5	110		4.0

TAB. 24 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

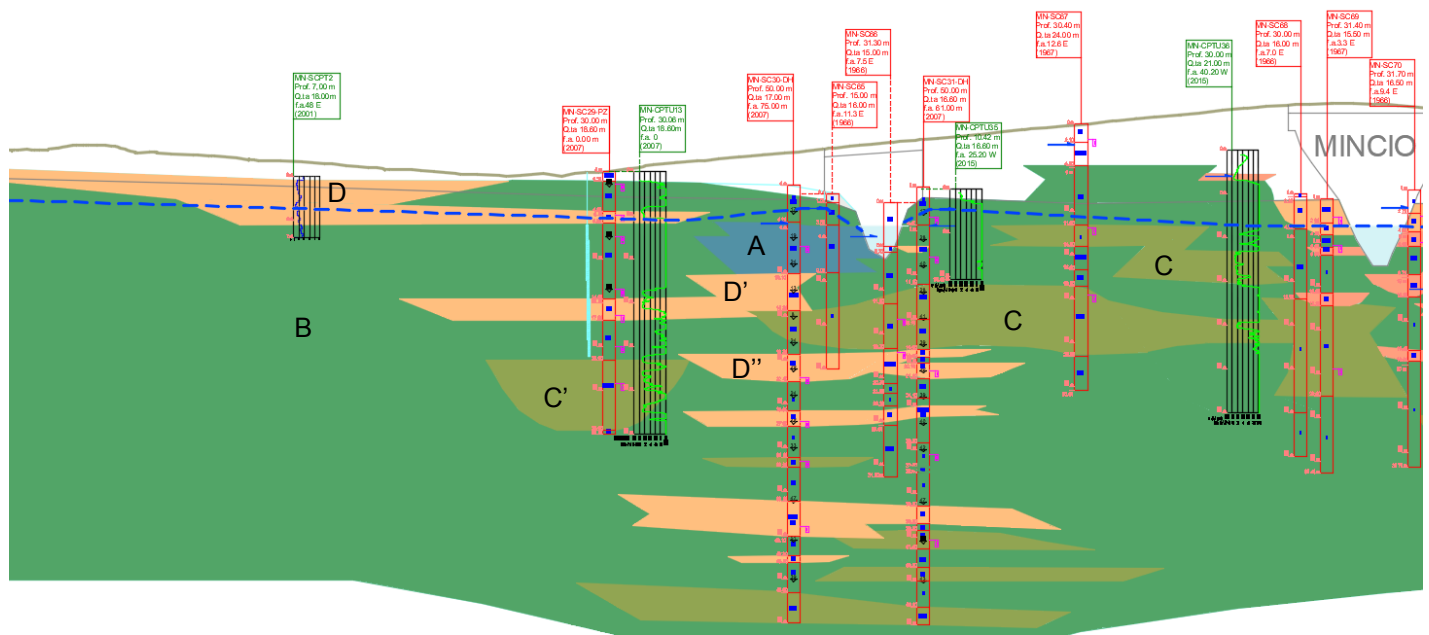


FIG. 10 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO



6.6.9 Tratto Km 262+000 - 263+700

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
D	Coesivo	p.c.	1.00/2.50	20.0	30.5	10.0	220	-	15.0
D'	Coesivo	4.00	12.50	19.0	23.0	10.5	80	-	6.0
D''	Coesivo	3.10	7.60	18.5	21.0	11.0	50	-	3.5
C	Coesivo	1.00/2.50	14.00/19.00		26.0	10.0	120	-	7.0
B	Granulare	4.60	16.10	20.0	30.0	0	-	15.0	-
B'	Granulare	14.40	19.60	20.0	30.5	0	-	27.0	-
B''	Granulare	19.60	35.00	20.5	36.0	0	-	37.0	-
E	Coesivo	Livelli vari		18.0	19.0	11.5	22.0	-	2.5
A	Granulare	Livelli vari		20.0	31.5	0	-	21.0	-

TAB. 25 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

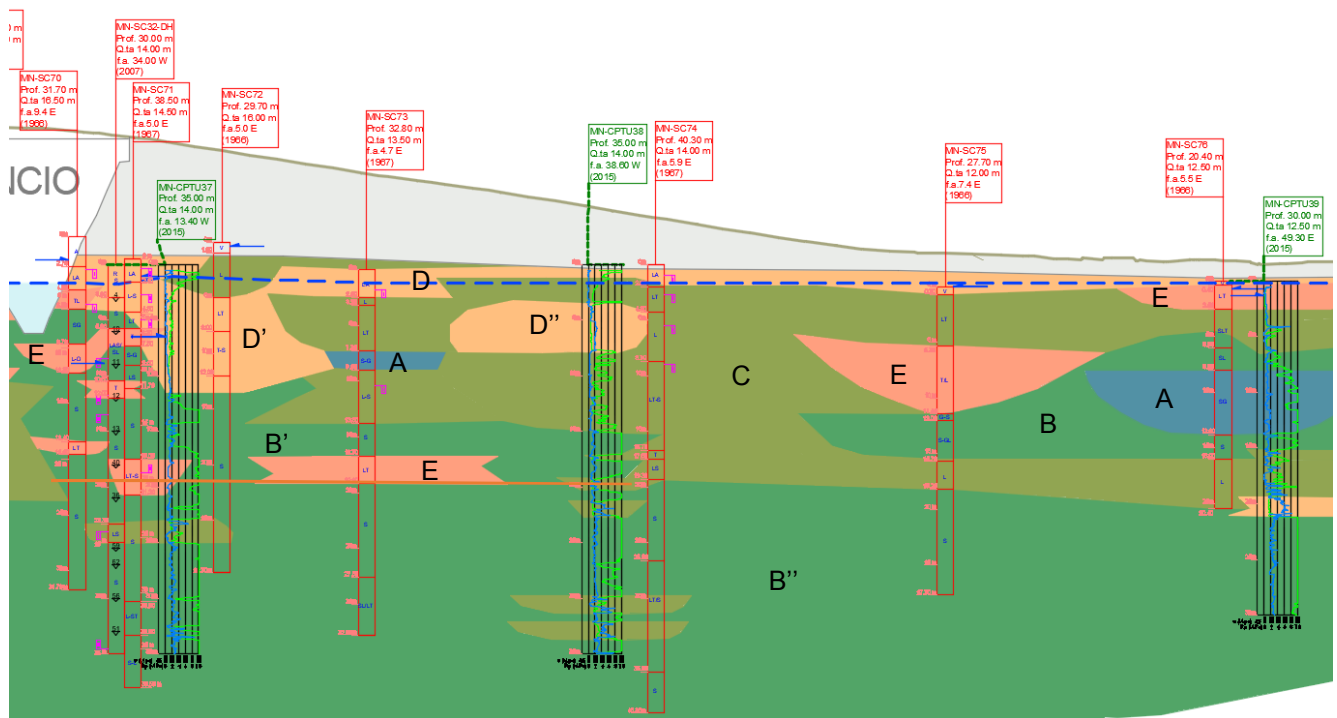


FIG. 11 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.10 Tratto Km 264+300 - 267+350

Orizzonte	tipo	da m	a m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
D	Coesivo	p.c.	3.30/9.50	20.0	28.0	12.0	75	-	6.0
B	Granulare	p.c.	45.00	21.0	36.5	0	-	38.0	-

TAB. 26 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

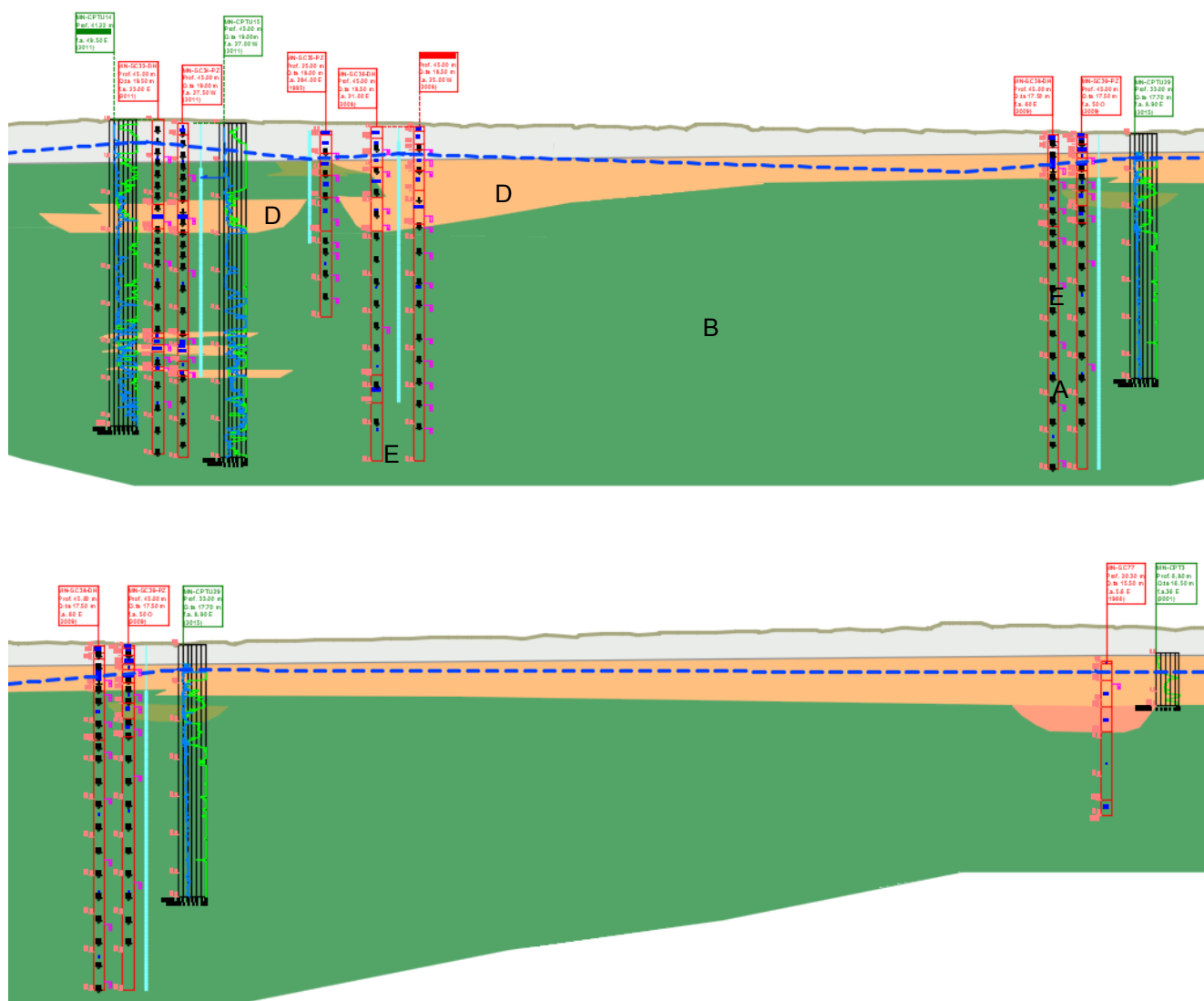


FIG. 12 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	57 di 211

6.6.11 Tratto Km 267+975 - 269+600

Orizzonte	tipo	da m	a M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
D	Coesivo	p.c.	5.20	19.5	23.5	10.0	110	-	6.0
D'	Coesivo	7.60	10.10	19.0	21.0	10.5	60	-	4.5
C	Coesivo	p.c.	17.60	19.5	26.5	10.0	150	-	8.0
B	Granulare	p.c.	45.00	21.0	34.5	0	-	35.0	-

TAB. 27 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

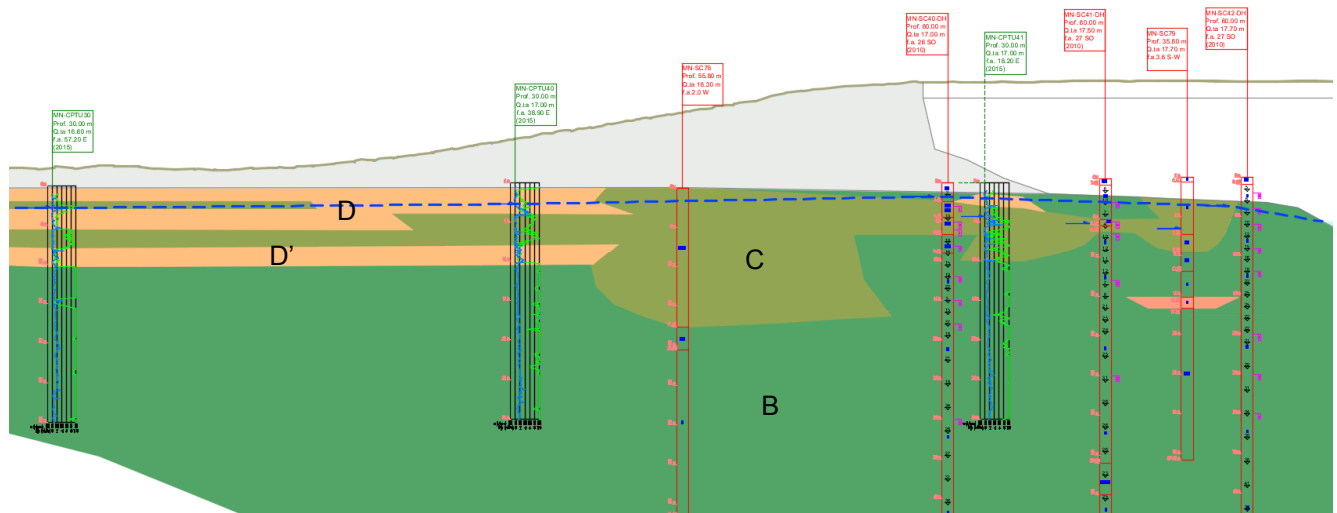


FIG. 13 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.12 Tratto Km 270+000 – 271+200

Orizzonte	tipo	da m	a M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
D	Coesivo	p.c.	7.40/3.50	18.5	19.5	11	60	-	3.5
D'	Coesivo	14.50	20.70	19.0	23.0	10.5	80	-	5.0
C	Coesivo	p.c.	3.20	19.0	24.0	10.5	110	-	6.0
C'	Coesivo	6.90/7.50	10.00/11.30	18.5	22.5	11	70	-	5.0
B	Granulare	0.90	6.80	19.5	30.0	0	-	23.0	-
B'	Granulare	10.00/11.80	20.00	20.0	34.0	0	-	30.0	-
B''	Granulare	20.00	50.00	21.0	39.0	0	-	40.0	-
E	Coesivo	Vari livelli		18.5	20.5	11.5	45	-	2.5

TAB. 28 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

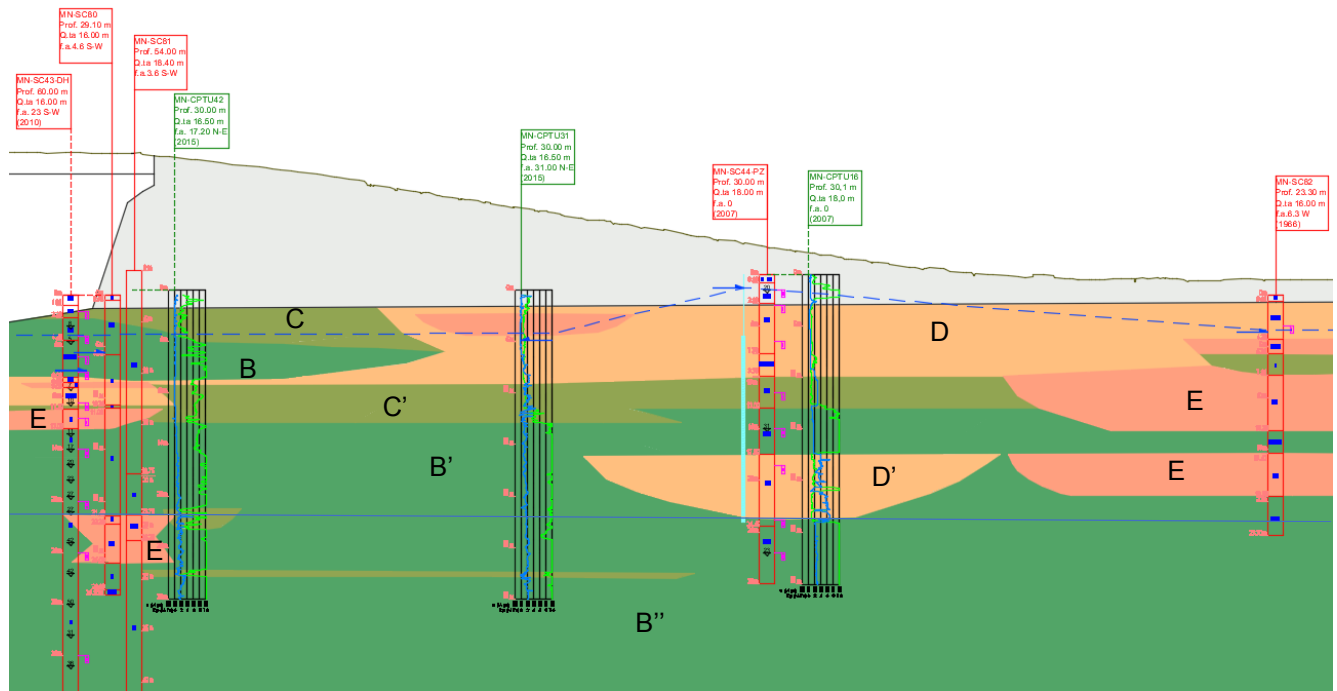


FIG. 14 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.13 Tratto Km 271+200 – 272+600

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	M	$kN/m^3$	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
D	Coesivo	p.c.	3.50	18.5	21.5	11	60	-	3.5
C	Coesivo	p.c.	5.50/6.70	18.0	19.5	11.5	40	-	3.0
B	Granulare	p.c.	30.00	19.5	32.5	0	-	30.0	-
B'	Granulare	30.00	50.00	21.0	36.5	0	-	40.0	-
E	Coesivo	Vari livelli		18.5	20.5	11.5	45	-	2.5

TAB. 29 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

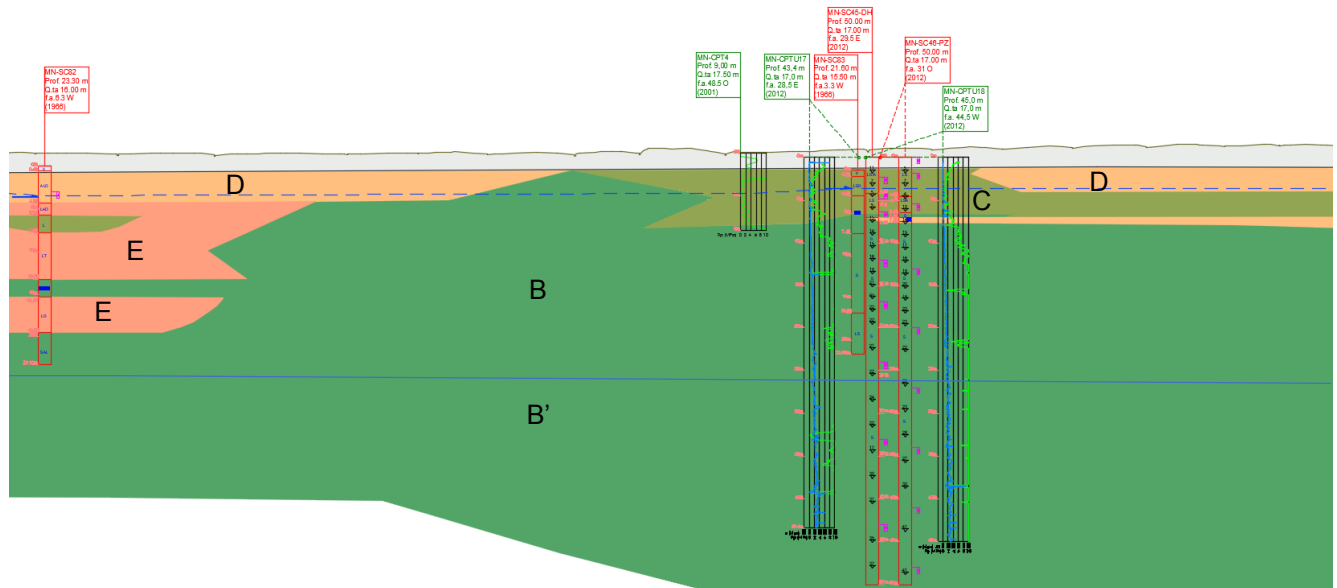


FIG. 15 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

6.6.14 Tratto Km 273+350 – 274+700

Orizzonte	tipo	da m	a M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
D	Coesivo	p.c.	1.80/2.40	18.5	22.5	11	70	-	3.0
C	Coesivo	1.80/2.40	5.50/6.90	18.0	20.0	11.5	45	-	3.0
D'	Coesivo	5.60/6.90	9.10/11.40	18.0	19.5	11.5	30	-	2.5
B	Granulare	6.80/11.40	30.00	19.5	32.5	0	-	38.0	-

TAB. 30 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

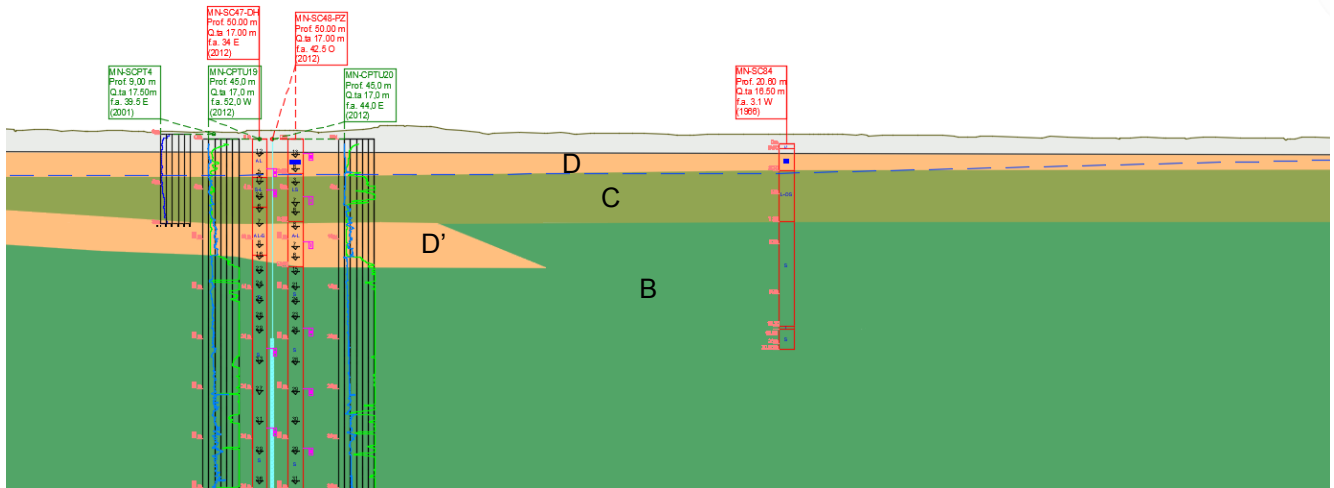


FIG. 16 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO



6.6.15 Tratto Km 276+750 – 277+900

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	M	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
D	Coesivo	p.c.	3.00	18.5	20.5	11	60	-	3.5
B	Granulare	3.00	14.00	19.5	32.0	0	-	18.0	-
B'	Granulare	14.00	30.00	21.0	36.5	0	-	38.0	-

TAB. 31 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

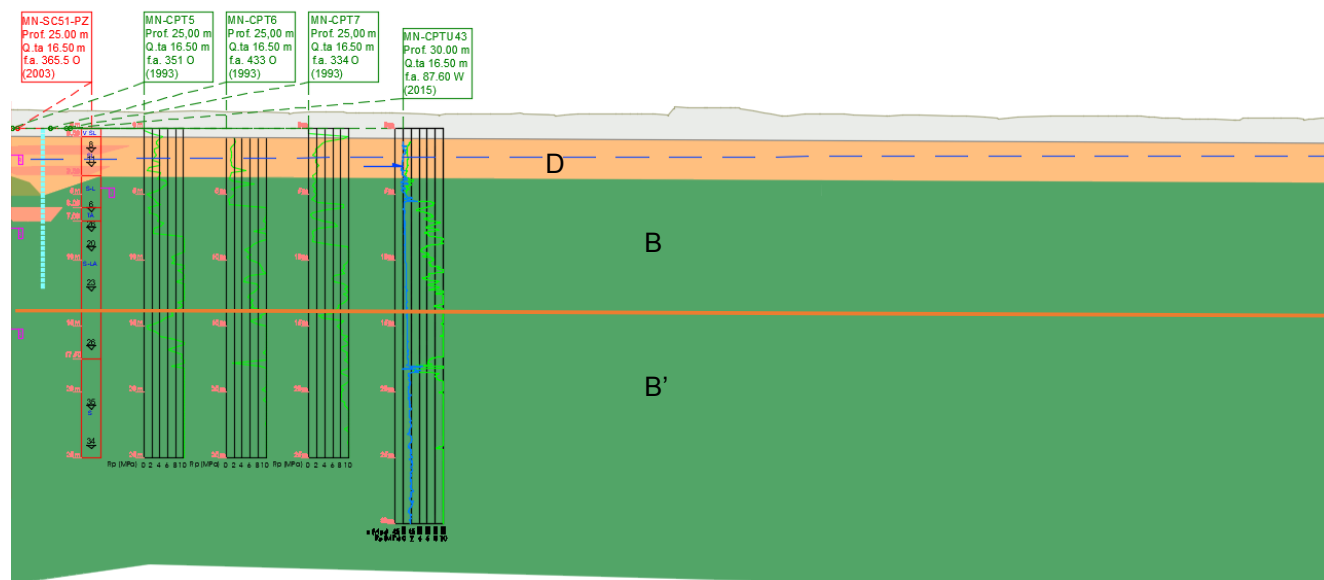


FIG. 17 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

### 6.6.16 Tratto Km 278+750 – 280+950

Orizzonte	tipo	da m	a M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ ° °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
C	Coesivo	p.c.	2.35/8.90	19.0	23.0	10.5	75	-	5.0
D	Coesivo	p.c.	3.20	18.5	20.5	11	40	-	3.5
D'	Coesivo	2.35	8.90	18.5	21.5	11	35	-	3.0
B	Granulare	3.20/8.90	30.00	21.0	37.0	0	-	38.0	-

TAB. 32 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

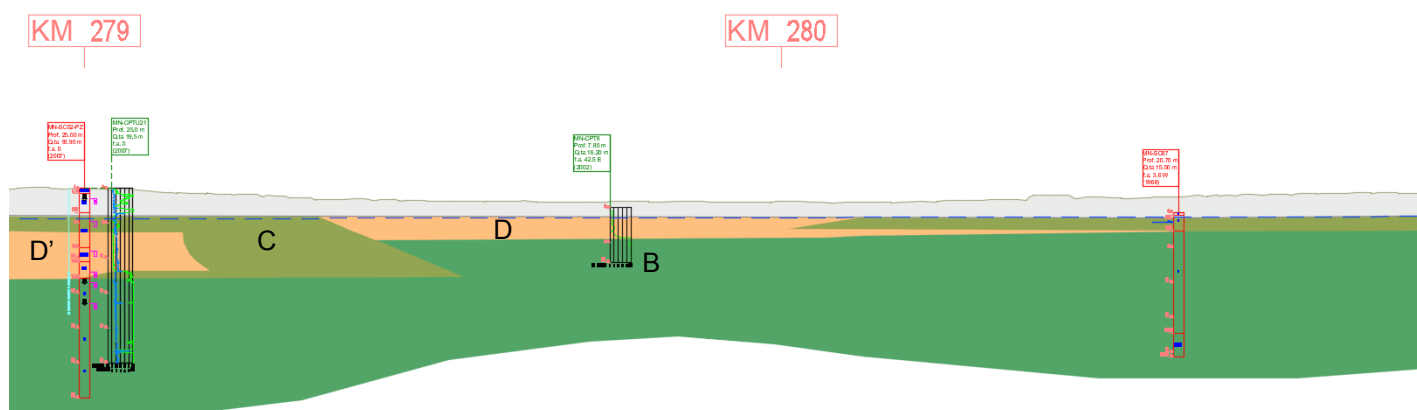


FIG. 18 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	63 di 211

<b>PROGETTO</b>	<b>LIVELLO</b>
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

### 6.6.17 Tratto Km 280+900 – 282+550

Orizzonte	tipo	da	a	$\gamma$	$\phi'$ k	c'	$c_u$	Ey	Eed
		m	M	kN/m <sup>3</sup>	°	kPa	kPa	Mpa	Mpa
C	Coesivo	p.c.	2.00	19.0	23.0	10.5	75	-	5.0
D	Coesivo	p.c.	4.90/6.00	18.5	21.0	11	55	-	4.0
B	Granulare	4.90/6.00	20.00	21.0	37.0	0	-	38.0	-

TAB. 33 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

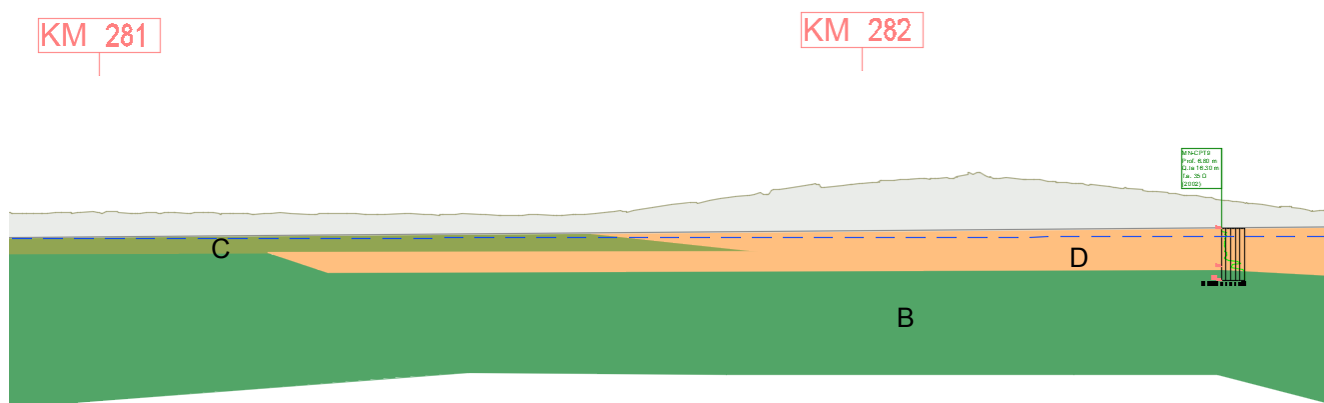


FIG. 19 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	64 di 211

6.6.18 Tratto Km 283+250 – 283+600

Orizzonte	tipo	da m	a M	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ k °	c' kPa	c <sub>u</sub> kPa	E <sub>y</sub> Mpa	E <sub>ed</sub> Mpa
C	Coesivo	p.c.	0.90/1.80	19.0	23.0	10.5	70	-	4.5
D	Coesivo	0.90/1.80	11.00/12.00	18.5	20.0	11	60	-	3.5
B	Granulare	4.90/6.00	40.00	21.0	37.0	0	-	38.0	-

TAB. 34 – PARAMETRI GEOTECNICI DEL TRATTO

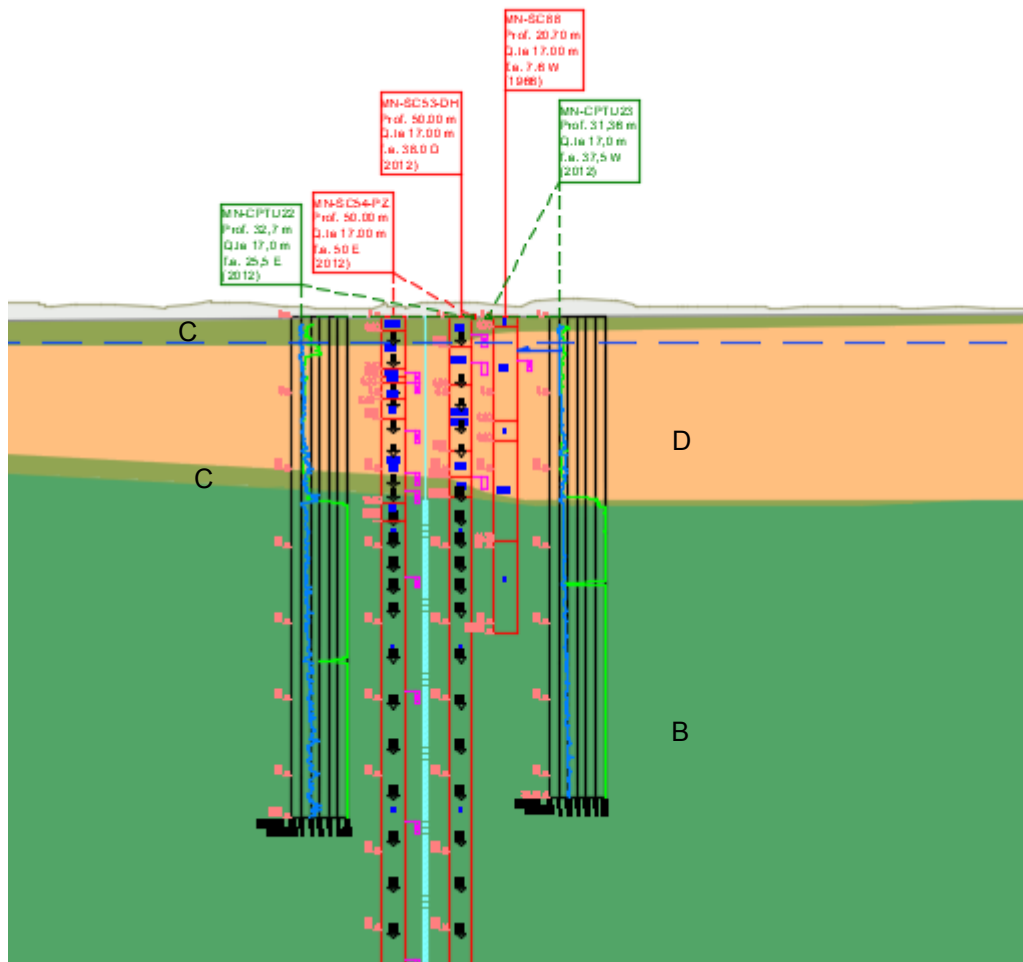


FIG. 20 – STRALCIO DEL MODELLO GEOTECNICO DEL TRATTO

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

## 7 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 7.1 Valutazione della stabilità dei rilevati

#### 7.1.1 Approccio normativo di verifica

Le verifiche di stabilità dei rilevati sono state effettuate in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Secondo tale normativa la stabilità è considerata accettabile quando è verificata la disequazione  $Ed < Rd/\gamma_r$ , dove  $\gamma_r=1.1$ , mentre la resistenza va calcolata utilizzando i parametri di progetto del terreno, cioè i parametri caratteristici ridotti mediante i coefficienti stabiliti dalla normativa adottando l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2) riportati nella seguente tabella.

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

TAB. 35 – COEFFICIENTI RIDUTTIVI DEI PARAMETRI CARATTERISTICI ADOTTATI PER LE VERIFICHE (NTC 2008 TAB. 6.2.II)

#### 7.1.2 Analisi statica e pseudostatica

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, riconducibili a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

A causa dell'impossibilità di definire una legge costitutiva che descriva esattamente il comportamento del terreno, mezzo per di più multifase, vengono introdotte delle ipotesi semplificative.

Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di *Mohr-Coulomb*.

In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Nel presente studio, a valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità è stata condotta mediante il programma di calcolo SLOPE (v. 2017.25.6) della GEOSTRU, con il metodo di Morgenstern & Price (1965), applicato ad una superficie predefinita.

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	66 di 211

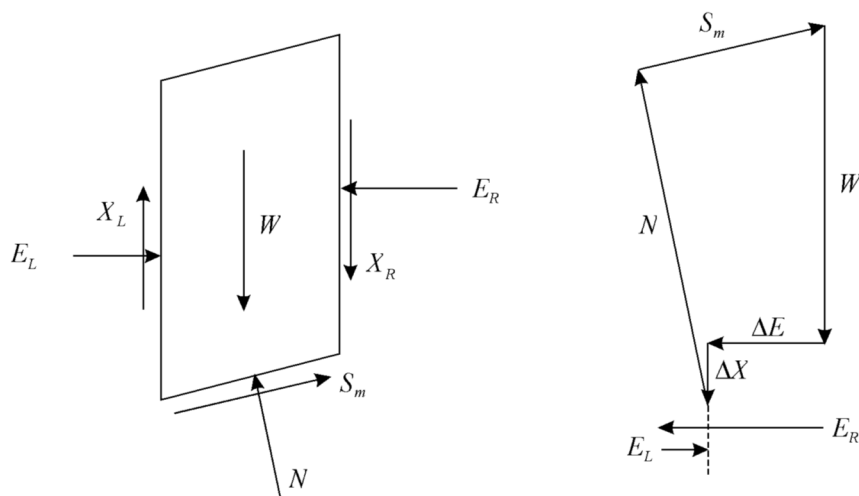


FIG. 21 – NOTAZIONI ADOTTATE NELLE FORMULE PER LE VERIFICHE DI STABILITÀ

il metodo di Morgenstern & Price stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  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.


La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	67 di 211

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma.

Per considerare l'azione sismica è stato utilizzato il metodo pseudo-statico: sotto l'azione di un carico ciclico il terreno può sviluppare pressioni interstiziali elevate, pertanto viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica sono state considerate le seguenti forze:

$$F_H = \pm 0,5 S_a g W$$

$$F_V = \pm 0,5 F_H$$

essendo:

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro della massa instabile;
- $W$  il peso della massa stessa.

Nella ricerca della superficie di scorrimento critica, non avendo a disposizione metodi per individuarla, occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

Nel presente studio, si è ipotizzato che detta superficie abbia forma circolare.

Posizionata una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne sono state esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato *range* di valori tale da considerare le superfici cinematicamente ammissibili.

### 7.1.3 Analisi dinamica

Quando l'analisi pseudostatica in condizioni sismiche ha fornito un coefficiente di sicurezza inferiore a quello richiesto dalla Normativa ( $F_s < 1.1$ ), è stata effettuata una verifica di tipo dinamico per calcolare gli eventuali spostamenti indotti dal sisma.

Gli effetti dello spostamento indotto dal sisma sono stati calcolati con il metodo di *Newmark*.

L'analisi alla *Newmark* è un metodo di analisi numerica utile alla definizione dello spostamento di una frana potenziale, considerata come un blocco rigido disposto su un pendio, imponendo le forze dinamiche (sisma) agenti sul blocco stesso. In sostanza il metodo valuta lo spostamento di un blocco di massa pari a quella del corpo in frana, sottoposto alla accelerazione indotta dal sisma (cfr. Fig. 22).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	68 di 211

Una volta definita la superficie di scorrimento il programma utilizzato (QSIM della GEOSTRU) definisce l'**accelerazione critica** che determina il movimento del blocco equivalente al volume della frana e successivamente confronta tale valore con l'accelerogramma del sito per valutare per quanto tempo il blocco rimane in condizioni di accelerazione superiori a quella critica (cfr. Fig. 23).

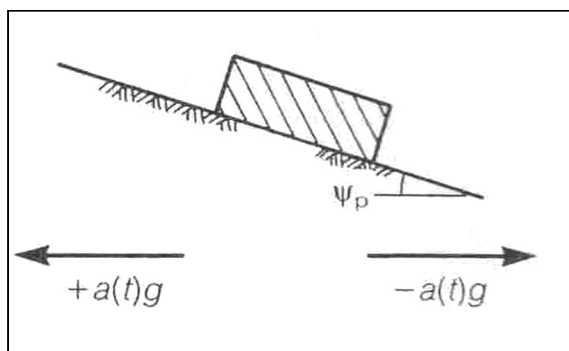


FIG. 22 - SCHEMATIZZAZIONE DEL METODO DI NEWMARK

Il calcolo degli spostamenti permanenti avviene attraverso la doppia integrazione (accelerazione>>velocità>>spostamento) delle porzioni dell'accelerogramma che supera il valore di accelerazione critica (al di sopra del quale si ha instabilità).

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	69 di 211



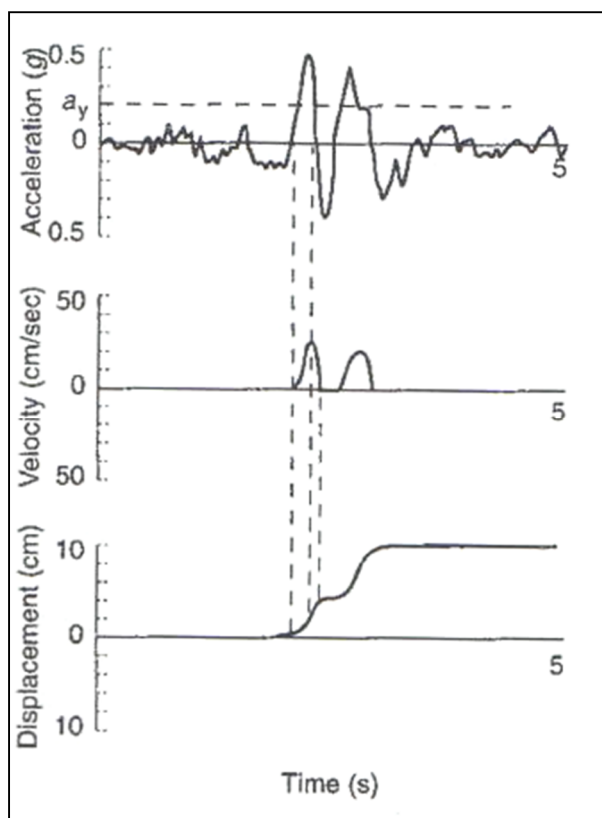


FIG. 23 - ESEMPLIFICAZIONE DELLA METODOLOGIA DI *NEWMARK*, CON DOPPIA INTEGRAZIONE DELL'ACCELEROGRAMMA

In pratica il programma calcola lo spostamento massimo per ciascun accelerogramma considerato di riferimento, per la porzione di pendio di cui il metodo pseudostatico ha definito il fattore di sicurezza minimo.

Gli accelerogrammi utilizzati sono quelli dedotti dallo studio sismico di Risposta sismica locale redatto dal Dr. Geol. A. Ferrari a corredo del progetto Esecutivo.

**7.1.4 Sovraccarico (carico mobile da traffico)**

Per tutte le sezioni in esame è stato considerato un sovraccarico pari a 20 kPa sulla sommità del rilevato, rappresentativo del carico mobile da traffico veicolare.

Tale sovraccarico non è stato considerato agente in presenza di sisma.

**7.1.5 Sezioni verificate**

Nel presente studio la verifica di stabilità, su indicazione dei Progettisti, è stata effettuata nelle sezioni più critiche dell'intera tratta, corrispondenti alle zone dove verrà effettuato l'allargamento del rilevato autostradale negli attraversamenti del Canale Fissero - Fiume Mincio e del Fiume Po.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	70 di 211

Per entrambi i tratti sono state prese in considerazione due sezioni (una per ciascuna sponda), a causa del differente assetto litostratimetrico. Le sezioni analizzate sono quelle che presentano le massime altezze.

Vista la variabilità litologica e geotecnica si è ritenuto opportuno adottare non i parametri geotecnici caratteristici degli strati dedotti dalle sezioni geotecniche, ma i valori dedotti dalle indagini più vicine alle sezioni considerate.

In Tab. 36 vengono riportate le indicazioni relative alle sezioni verificate, la stratigrafia dei terreni di fondazione ed i relativi parametri geotecnici.

Zona	Sezione	Profondità falda (m)	Indagine di riferimento	Stratigrafia terreno di fondazione	da m	a m	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	c' (kPa)	cu (kPa)
Fissero Mincio	262+400	2.7	CPTU36	sabbie	0	5.7	20	36	0	0
				limi	5.7	9.4	19	23	10	75
				sabbie	9.4	15	20	36	0	0
	262+675	3	CPTU37	argille	0	8	18	22	11	75
				argille	8	12	18	21	10.5	55
				sabbie	12	14.5	20	36	0	0
argille				14.5	16	18	22	11	75	
Po	269+006	1	CPTU41	argille	0	3	18	21	10.5	55
				limi	3	10	19	24	10	100
				sabbie	10	16	20	36	0	0
	270+300	2.6	CPTU31	argille plastiche	0	2.7	18	20.5	10	40
				argille	2.7	7.5	18	21	10.5	50
				limi	7.5	11.4	19	23	11	75
				sabbie	11.4	16	20	36	0	0

TAB. 36 – SEZIONI VERIFICATE E RELATIVI PARAMETRI GEOTECNICI

Per ciascuna sezione sono state eseguite 3 distinte verifiche, una in assenza di sisma ma con sovraccarico stradale, in condizioni drenate, ed una in condizioni sismiche, sia in condizioni drenate che non drenate.

I risultati sintetici delle verifiche effettuate sono riportati in Tab. 37, mentre i grafici ed i tabulati delle verifiche sono riportati nel capitolo successivo.

Zona	Sezione	Condizione	Fs	Spostamento
Fissero Mincio	262+400	drenata statica	1.11	0.00
		drenata sismica	1.11	0.00
		non drenata sismica	1.11	0.00

Po	262+675	drenata statica	1.14	0.00
		drenata sismica	1.42	0.00
		non drenata sismica	1.47	0.00
	269+006	drenata statica	1.12	0.00
		drenata sismica	1.10	0.00
		non drenata sismica	1.10	0.00
	270+300	drenata statica	1.11	0.00
		drenata sismica	1.00	5.02-5.29
		non drenata sismica	0.90	5.02-5.29

TAB. 37 – RISULTATI DELLE VERIFICHE

Come si può osservare, secondo i calcoli effettuati, il fattore di sicurezza minimo è risultato essere sempre superiore al limite di 1,1 ( $\gamma_r$  nel paragrafo 7.1.1), tranne che per la sezione 270+300 che ha fornito valori inferiori, in condizioni sismiche, sia drenate che non drenate.

Per tale sezione si è quindi provveduto ad effettuare una verifica degli spostamenti in condizioni dinamiche. La verifica è stata effettuata utilizzando due diversi accelerogrammi; gli spostamenti si sono sempre mantenuti nell'ordine dei 5 cm. Tali spostamenti sono da considerare accettabili per le seguenti motivazioni:

- Si tratta di un evento con tempo di ritorno di 200 anni, quindi con possibilità di verificarsi molto remota.
- L'instabilità non determina il collasso della struttura, ma solo un abbassamento del piano viabile, peraltro di modesta entità, come previsto dallo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) adottato per questa verifica.
- L'eventuale abbassamento della pavimentazione è facilmente ripristinabile con la sola asfaltatura.

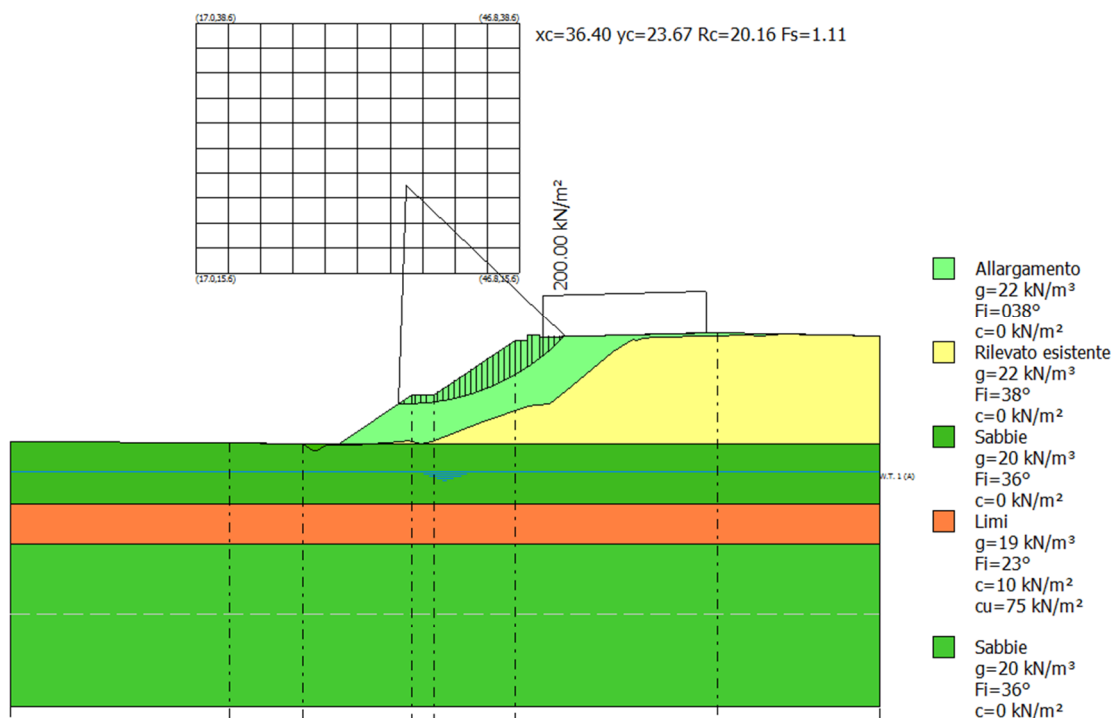
### 7.1.6 Risultati della verifica

Di seguito vengono presentati i grafici ed i tabulati relativi alle verifiche effettuate.

#### 7.1.6.1 Sezione 262+400

##### 7.1.6.1.1 Condizione statica

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	72 di 211



Quote	0.00	-0.04	-0.20	4.32	4.37	9.36	10.12	9.74
Distanze Parziali	0.00	20.12	6.76	6.90	2.00	7.50	16.35	14.95
Distanze Progressive	0.00	20.12	26.87	36.90	38.90	46.40	65.05	80.00

**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	45.11347/10.864394
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17.01 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	15.65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	46.84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	38.56 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	73 di 211

=====

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	26.87	-0.2
4	27.75	-0.79
5	28.25	-0.79
6	29.0	-0.29
7	29.32	-0.29
8	30.0	-0.29
9	36.9	4.32
10	38.9	4.37
11	46.4	9.36
12	47.5	9.41
13	47.5	9.91
14	48.1	9.91
15	48.7	9.86
16	48.7	9.71
17	65.05	10.12
18	80.0	9.74

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.7
2	40.0	-2.7
3	80.0	-2.7

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04
4	26.87	-0.2
5	27.75	-0.79
6	28.25	-0.79
7	29.0	-0.29
8	29.32	-0.29
9	29.82	-0.31
10	31.69	-0.25
11	35.93	0.0
12	36.62	0.13
13	37.76	-0.18
14	38.79	0.01
15	43.49	1.92
16	47.63	3.33
17	48.49	3.39
18	49.55	3.56
19	51.59	5.13

20	55.44	8.32
21	57.28	9.42
22	57.61	9.4
23	58.17	9.59
24	59.44	9.64
25	59.61	9.68
26	68.27	9.87
27	68.45	9.77
28	70.56	9.87
29	70.79	9.95
30	70.9	9.97
31	80.0	9.74

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04
4	25.73	-0.18
5	80.0	-0.18

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-5.7
2	80.0	-5.7

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-9.4
2	80.0	-9.4

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	038	22	23	Allargament o	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	0	0	36	20	21	Sabbie	
4	10	75	23	19	20	Limi	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	

**Carichi distribuiti**

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	75 di 211

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	49	9.7	64	10.07505	200

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

=====

Fs minimo individuato	1.11
Ascissa centro superficie	36.4 m
Ordinata centro superficie	23.67 m
Raggio superficie	20.16 m

=====

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

**xc = 36.398 yc = 23.669 Rc = 20.163 Fs=1.108**  
 Lambda = 0.491

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.51	-1.24	0.51	1.99
2	0.69	0.46	0.69	8.77
3	0.33	1.91	0.33	5.87
4	0.51	3.11	0.51	8.91
5	0.51	4.56	0.51	8.67
6	0.65	6.21	0.65	10.45
7	0.37	7.67	0.37	6.57
8	0.51	8.94	0.52	11.58
9	0.51	10.41	0.52	14.42
10	0.51	11.88	0.52	17.1
11	0.51	13.37	0.52	19.63
12	0.51	14.86	0.53	22.01
13	0.51	16.37	0.53	24.22
14	0.51	17.88	0.54	26.27
15	0.51	19.41	0.54	28.16
16	0.51	20.95	0.55	29.87
17	0.51	22.51	0.55	31.4
18	0.51	24.09	0.56	32.75
19	0.51	25.69	0.57	33.91
20	0.51	27.31	0.57	34.87
21	0.5	28.93	0.57	34.84
22	0.52	30.6	0.61	35.08
23	0.58	32.43	0.68	34.79
24	0.44	34.16	0.54	28.55
25	0.76	36.26	0.94	41.29
26	0.26	38.06	0.33	11.1
27	0.51	39.48	0.66	112.16
28	0.51	41.38	0.68	115.34
29	0.51	43.34	0.7	110.27

30	0.51	45.37	0.73	84.83
----	------	-------	------	-------

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.82	1.66	0.0	0.0	1.13	0.64	0.0
2	4.09	8.33	0.82	1.66	5.55	3.13	0.0
3	6.11	12.44	4.09	8.33	3.99	2.25	0.0
4	8.96	18.26	6.11	12.44	6.36	3.59	0.0
5	11.52	23.47	8.96	18.26	6.51	3.67	0.0
6	14.31	29.15	11.52	23.47	8.23	4.65	0.0
7	15.91	32.41	14.31	29.15	5.36	3.02	0.0
8	18.51	37.71	15.91	32.41	9.69	5.47	0.0
9	21.45	43.69	18.51	37.71	12.37	6.98	0.0
10	24.59	50.1	21.45	43.69	14.98	8.45	0.0
11	27.82	56.68	24.59	50.1	17.48	9.86	0.0
12	31.04	63.24	27.82	56.68	19.84	11.2	0.0
13	34.15	69.58	31.04	63.24	22.04	12.44	0.0
14	37.08	75.55	34.15	69.58	24.05	13.57	0.0
15	39.76	81.0	37.08	75.55	25.84	14.58	0.0
16	42.11	85.8	39.76	81.0	27.41	15.46	0.0
17	44.1	89.85	42.11	85.8	28.72	16.2	0.0
18	45.68	93.06	44.1	89.85	29.77	16.8	0.0
19	46.8	95.36	45.68	93.06	30.54	17.23	0.0
20	47.45	96.67	46.8	95.36	31.01	17.5	0.0
21	47.6	96.98	47.45	96.67	30.51	17.21	0.0
22	47.25	96.27	47.6	96.98	30.13	17.0	0.0
23	46.38	94.49	47.25	96.27	29.15	16.45	0.0
24	45.27	92.22	46.38	94.49	23.27	13.13	0.0
25	42.98	87.56	45.27	92.22	32.38	18.27	0.0
26	42.21	85.99	42.98	87.56	8.38	4.73	0.0
27	33.23	67.71	42.21	85.99	81.88	46.2	0.0
28	22.38	45.6	33.23	67.71	80.07	45.18	0.0
29	10.43	21.25	22.38	45.6	72.18	40.72	0.0
30	0.0	0.0	10.43	21.25	51.8	29.23	0.0

**Numero di superfici esaminate....(218)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	17.0	15.6	19.1	20.00
2	18.5	16.8	22.9	10.22
3	20.0	15.6	23.2	5.92
4	21.5	16.8	25.0	4.02
5	23.0	15.6	23.0	3.63
6	24.5	16.8	24.7	2.89
7	26.0	15.6	17.1	2.27
8	27.4	16.8	18.7	1.89
9	28.9	15.6	17.8	1.75
10	30.4	16.8	19.0	1.59
11	31.9	15.6	17.9	1.57
12	33.4	16.8	19.1	1.35



PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

13	34.9	15.6	18.0	1.33
14	36.4	16.8	16.6	1.30
15	37.9	15.6	15.5	1.35
16	39.4	16.8	14.0	1.20
17	40.9	15.6	12.9	1.24
18	42.4	16.8	15.3	1.46
19	43.9	15.6	14.2	1.58
20	45.3	16.8	13.6	1.58
21	46.8	15.6	12.6	1.79
22	17.0	17.9	20.9	20.00
23	18.5	19.1	24.6	9.27
24	20.0	17.9	22.6	8.05
25	21.5	19.1	24.4	4.42
26	23.0	17.9	26.8	3.18
27	24.5	19.1	28.6	2.45
28	26.0	17.9	26.5	2.25
29	27.4	19.1	20.4	1.64
30	28.9	17.9	20.1	1.67
31	30.4	19.1	21.3	1.51
32	31.9	17.9	17.5	1.34
33	33.4	19.1	21.4	1.29
34	34.9	17.9	17.6	1.28
35	36.4	19.1	18.9	1.26
36	37.9	17.9	15.1	1.18
37	39.4	19.1	17.5	1.29
38	40.9	17.9	16.4	1.37
39	42.4	19.1	15.8	1.34
40	43.9	17.9	14.7	1.44
41	45.3	19.1	14.1	1.55
42	46.8	17.9	14.0	1.78
43	17.0	20.2	22.7	20.00
44	18.5	21.4	26.3	8.36
45	20.0	20.2	26.4	4.92
46	21.5	21.4	28.2	3.36
47	23.0	20.2	26.1	3.07
48	24.5	21.4	30.2	2.14
49	26.0	20.2	28.0	2.01
50	27.4	21.4	22.3	1.42
51	28.9	20.2	22.0	1.55
52	30.4	21.4	20.8	1.29
53	31.9	20.2	22.5	1.31
54	33.4	21.4	21.0	1.21
55	34.9	20.2	19.9	1.22
56	36.4	21.4	19.7	1.19
57	37.9	20.2	18.6	1.24
58	39.4	21.4	18.0	1.19
59	40.9	20.2	16.9	1.26
60	42.4	21.4	19.8	1.54
61	43.9	20.2	18.7	1.64
62	45.3	21.4	18.5	1.73
63	46.8	20.2	14.8	1.81
64	17.0	22.5	24.6	20.00
65	18.5	23.7	28.2	7.92
66	20.0	22.5	28.1	4.55

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	78 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

67	21.5	23.7	29.9	3.13
68	23.0	22.5	30.0	2.54
69	24.5	23.7	29.6	2.14
70	26.0	22.5	29.6	1.89
71	27.4	23.7	26.5	1.69
72	28.9	22.5	23.8	1.46
73	30.4	23.7	25.4	1.27
74	31.9	22.5	22.1	1.23
75	33.4	23.7	21.9	1.17
76	34.9	22.5	20.8	1.16
77	36.4	23.7	20.2	1.11
78	37.9	22.5	19.1	1.14
79	39.4	23.7	22.0	1.37
80	40.9	22.5	20.9	1.45
81	42.4	23.7	20.5	1.49
82	43.9	22.5	19.4	1.59
83	45.3	23.7	19.3	1.75
84	46.8	22.5	18.7	1.93
85	17.0	24.8	26.5	20.00
86	18.5	26.0	30.0	7.17
87	20.0	24.8	28.0	6.42
88	21.5	26.0	31.7	2.95
89	23.0	24.8	29.6	2.67
90	24.5	26.0	27.0	1.82
91	26.0	24.8	26.8	1.79
92	27.4	26.0	26.0	1.23
93	28.9	24.8	25.7	1.27
94	30.4	26.0	26.1	1.16
95	31.9	24.8	22.9	1.30
96	33.4	26.0	25.6	1.19
97	34.9	24.8	24.5	1.24
98	36.4	26.0	24.2	1.24
99	37.9	24.8	23.1	1.30
100	39.4	26.0	22.7	1.33
101	40.9	24.8	21.6	1.41
102	42.4	26.0	20.9	1.49
103	43.9	24.8	19.6	1.60
104	45.3	26.0	20.1	1.85
105	46.8	24.8	19.3	2.02
106	17.0	27.1	28.5	20.00
107	18.5	28.3	32.0	6.47
108	20.0	27.1	31.8	3.74
109	21.5	28.3	31.6	3.02
110	23.0	27.1	33.5	2.12
111	24.5	28.3	35.3	1.85
112	26.0	27.1	28.6	1.64
113	27.4	28.3	29.4	1.29
114	28.9	27.1	26.5	1.27
115	30.4	28.3	29.5	1.21
116	31.9	27.1	26.2	1.15
117	33.4	28.3	26.2	1.15
118	34.9	27.1	25.3	1.20
119	36.4	28.3	24.9	1.21
120	37.9	27.1	23.8	1.26

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	79 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

121	39.4	28.3	27.6	1.53
122	40.9	27.1	22.4	1.40
123	42.4	28.3	25.2	1.64
124	43.9	27.1	24.4	1.76
125	45.3	28.3	24.6	1.92
126	46.8	27.1	23.4	2.08
127	17.0	29.4	30.5	20.00
128	18.5	30.5	33.9	5.73
129	20.0	29.4	33.7	3.41
130	21.5	30.5	33.5	2.78
131	23.0	29.4	35.3	1.98
132	24.5	30.5	34.6	1.74
133	26.0	29.4	32.1	1.56
134	27.4	30.5	30.1	1.25
135	28.9	29.4	32.6	1.44
136	30.4	30.5	30.2	1.15
137	31.9	29.4	29.9	1.20
138	33.4	30.5	30.3	1.27
139	34.9	29.4	26.0	1.16
140	36.4	30.5	29.8	1.39
141	37.9	29.4	28.7	1.46
142	39.4	30.5	28.3	1.51
143	40.9	29.4	26.8	1.57
144	42.4	30.5	26.0	1.66
145	43.9	29.4	25.3	1.78
146	45.3	30.5	25.6	2.01
147	46.8	29.4	24.2	2.20
148	18.5	32.8	36.0	4.94
149	20.0	31.7	33.8	4.28
150	21.5	32.8	37.2	2.20
151	23.0	31.7	34.8	2.03
152	24.5	32.8	35.9	1.66
153	26.0	31.7	33.1	1.36
154	27.4	32.8	33.8	1.22
155	28.9	31.7	30.5	1.15
156	30.4	32.8	30.9	1.13
157	31.9	31.7	30.6	1.19
158	33.4	32.8	31.0	1.24
159	34.9	31.7	30.8	1.33
160	36.4	32.8	30.9	1.39
161	37.9	31.7	29.8	1.46
162	39.4	32.8	28.7	1.49
163	40.9	31.7	27.1	1.56
164	42.4	32.8	27.0	1.77
165	43.9	31.7	26.3	1.88
166	45.3	32.8	26.6	2.17
167	46.8	31.7	28.7	2.40
168	17.0	34.0	36.3	20.00
169	18.5	35.1	37.8	4.48
170	20.0	34.0	37.4	2.95
171	21.5	35.1	38.8	2.06
172	23.0	34.0	38.6	1.84
173	24.5	35.1	37.2	1.51
174	26.0	34.0	34.1	1.15

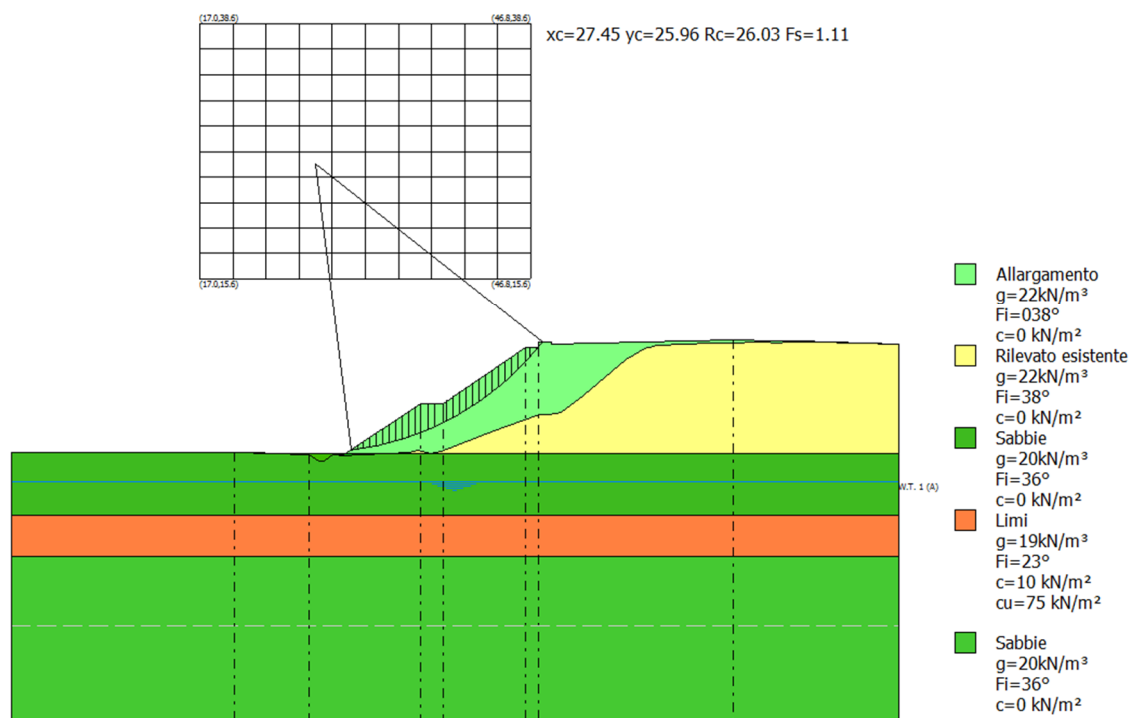
 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	80 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

175	27.4	35.1	34.9	1.13
176	28.9	34.0	37.9	1.51
177	30.4	35.1	35.3	1.24
178	31.9	34.0	31.3	1.16
179	33.4	35.1	31.7	1.21
180	34.9	34.0	31.4	1.30
181	36.4	35.1	31.7	1.38
182	37.9	34.0	30.2	1.43
183	39.4	35.1	33.8	1.66
184	40.9	34.0	32.3	1.73
185	42.4	35.1	32.4	1.85
186	43.9	34.0	31.4	1.97
187	45.3	35.1	31.5	2.17
188	46.8	34.0	29.7	2.36
189	17.0	36.3	38.2	20.00
190	18.5	37.4	39.6	4.11
191	21.5	37.4	40.5	1.94
192	23.0	36.3	37.6	1.61
193	24.5	37.4	38.6	1.33
194	26.0	36.3	35.2	1.26
195	27.4	37.4	35.9	1.14
196	28.9	36.3	35.6	1.17
197	30.4	37.4	36.3	1.23
198	31.9	36.3	36.1	1.30
199	33.4	37.4	36.9	1.38
200	34.9	36.3	36.7	1.46
201	36.4	37.4	37.0	1.55
202	37.9	36.3	35.4	1.60
203	39.4	37.4	34.4	1.66
204	40.9	36.3	33.4	1.75
205	42.4	37.4	33.5	1.89
206	43.9	36.3	32.5	2.00
207	45.3	37.4	32.5	2.25
208	46.8	36.3	30.7	2.48
209	20.0	38.6	40.9	2.56
210	23.0	38.6	41.9	1.69
211	26.0	38.6	39.7	1.27
212	28.9	38.6	36.6	1.16
213	31.9	38.6	37.1	1.30
214	34.9	38.6	37.6	1.47
215	37.9	38.6	36.1	1.60
216	40.9	38.6	34.5	1.79
217	43.9	38.6	33.7	2.10
218	46.8	38.6	31.8	2.75

#### 7.1.6.1.2 Condizione sismica drenata

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	81 di 211



Quote	0.00	-0.04	-0.20	4.32	4.37	8.36	10.12	9.74
Distanze Parziali	0.00	20.12	6.76	6.90	2.00	7.50	16.35	14.95
Distanze Progressive	0.00	20.12	26.87	36.90	38.90	49.40	65.05	80.00

**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	45.11347/10.864394
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17.01 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	15.65 m
Ascissa vertice destro superiore xs	46.84 m
Ordinata vertice destro superiore ys	38.56 m
Passo di ricerca	10.0

Numero di celle lungo x 10.0  
 Numero di celle lungo y 10.0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe IV  
 Vita nominale: 100.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.58	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.57	0.3
S.L.V.	1898.0	1.31	2.59	0.32
S.L.C.	2475.0	1.42	2.6	0.32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.955	0.24	0.0478	0.0239
S.L.C.	2.0932	0.24	0.0512	0.0256

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0478  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0239

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	26.87	-0.2
4	27.75	-0.79
5	28.25	-0.79
6	29.0	-0.29
7	29.32	-0.29
8	30.0	-0.29
9	36.9	4.32
10	38.9	4.37
11	46.4	9.36
12	47.5	9.41
13	47.5	9.91

14	48.1	9.91
15	48.7	9.86
16	48.7	9.71
17	65.05	10.12
18	80.0	9.74

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.7
2	40.0	-2.7
3	80.0	-2.7

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04
4	26.87	-0.2
5	27.75	-0.79
6	28.25	-0.79
7	29.0	-0.29
8	29.32	-0.29
9	29.82	-0.31
10	31.69	-0.25
11	35.93	0.0
12	36.62	0.13
13	37.76	-0.18
14	38.79	0.01
15	43.49	1.92
16	47.63	3.33
17	48.49	3.39
18	49.55	3.56
19	51.59	5.13
20	55.44	8.32
21	57.28	9.42
22	57.61	9.4
23	58.17	9.59
24	59.44	9.64
25	59.61	9.68
26	68.27	9.87
27	68.45	9.77
28	70.56	9.87
29	70.79	9.95
30	70.9	9.97
31	80.0	9.74

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04

4	25.73	-0.18
5	80.0	-0.18

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-5.7
2	80.0	-5.7

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-9.4
2	80.0	-9.4

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	38	22	23	Allargament o	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	0	0	36	20	21	Sabbie	
4	10	75	23	19	20	Limi	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	


**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1.11
Ascissa centro superficie	27.45 m
Ordinata centro superficie	25.96 m
Raggio superficie	26.03 m

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1.11
Ascissa centro superficie	27.45 m
Ordinata centro superficie	25.96 m
Raggio superficie	26.03 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	85 di 211



$xc = 27.447$   $yc = 25.96$   $Rc = 26.031$   $Fs=1.111$   
 $\Lambda = 0.595$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.58	7.63	0.58	1.98
2	0.58	8.92	0.58	5.8
3	0.58	10.2	0.59	9.46
4	0.58	11.5	0.59	12.94
5	0.58	12.8	0.59	16.25
6	0.58	14.11	0.6	19.39
7	0.58	15.42	0.6	22.35
8	0.58	16.74	0.6	25.12
9	0.58	18.08	0.61	27.71
10	0.58	19.42	0.61	30.12
11	0.51	20.7	0.55	28.65
12	0.64	22.06	0.69	35.1
13	0.58	23.52	0.63	28.55
14	0.78	25.16	0.86	33.64
15	0.37	26.57	0.42	14.89
16	0.58	27.75	0.65	23.94
17	0.58	29.19	0.66	24.86
18	0.58	30.66	0.67	25.53
19	0.58	32.15	0.68	25.94
20	0.58	33.66	0.69	26.08
21	0.58	35.21	0.71	25.94
22	0.58	36.78	0.72	25.51
23	0.58	38.38	0.74	24.75
24	0.58	40.02	0.75	23.66
25	0.58	41.7	0.77	22.21
26	0.58	43.43	0.8	20.36
27	0.77	45.52	1.1	23.6
28	0.38	47.35	0.57	8.85
29	0.58	48.94	0.88	6.75
30	0.58	50.92	0.92	4.6

## Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.55	0.93	0.0	0.0	1.57	0.88	0.0
2	2.04	3.42	0.55	0.93	4.75	2.67	0.0
3	4.22	7.09	2.04	3.42	7.95	4.47	0.0
4	6.91	11.61	4.22	7.09	11.13	6.26	0.0
5	9.92	16.67	6.91	11.61	14.24	8.01	0.0
6	13.11	22.03	9.92	16.67	17.24	9.7	0.0
7	16.32	27.43	13.11	22.03	20.11	11.31	0.0
8	19.45	32.69	16.32	27.43	22.81	12.83	0.0
9	22.38	37.61	19.45	32.69	25.31	14.24	0.0
10	25.01	42.03	22.38	37.61	27.59	15.52	0.0
11	27.04	45.44	25.01	42.03	26.27	14.77	0.0
12	28.92	48.61	27.04	45.44	32.12	18.07	0.0
13	29.95	50.34	28.92	48.61	26.01	14.63	0.0

14	30.52	51.3	29.95	50.34	30.39	17.09	0.0
15	30.54	51.33	30.52	51.3	13.32	7.49	0.0
16	30.27	50.87	30.54	51.33	21.19	11.92	0.0
17	29.6	49.75	30.27	50.87	21.67	12.19	0.0
18	28.54	47.96	29.6	49.75	21.86	12.3	0.0
19	27.07	45.49	28.54	47.96	21.76	12.24	0.0
20	25.21	42.37	27.07	45.49	21.35	12.01	0.0
21	22.99	38.64	25.21	42.37	20.65	11.62	0.0
22	20.44	34.35	22.99	38.64	19.67	11.06	0.0
23	17.61	29.59	20.44	34.35	18.4	10.35	0.0
24	14.56	24.47	17.61	29.59	16.87	9.49	0.0
25	11.38	19.13	14.56	24.47	15.09	8.49	0.0
26	8.17	13.73	11.38	19.13	13.09	7.37	0.0
27	4.05	6.8	8.17	13.73	14.07	7.91	0.0
28	2.37	3.98	4.05	6.8	4.89	2.75	0.0
29	1.0	1.68	2.37	3.98	3.46	1.95	0.0
30	0.0	0.0	1.0	1.68	2.12	1.19	0.0

**Numero di superfici esaminate....(218)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	17.0	15.6	21.1	15.58
2	18.5	16.8	22.9	5.73
3	20.0	15.6	23.2	4.11
4	21.5	16.8	25.0	3.11
5	23.0	15.6	23.0	2.89
6	24.5	16.8	24.7	2.39
7	26.0	15.6	17.1	1.95
8	27.4	16.8	18.7	1.67
9	28.9	15.6	17.8	1.56
10	30.4	16.8	19.0	1.43
11	31.9	15.6	17.9	1.42
12	33.4	16.8	16.4	1.28
13	34.9	15.6	15.4	1.38
14	36.4	16.8	16.6	1.52
15	37.9	15.6	15.5	1.67
16	39.4	16.8	14.0	1.53
17	40.9	15.6	12.9	1.70
18	42.4	16.8	24.0	2.04
19	43.9	15.6	22.8	2.18
20	45.3	16.8	26.3	2.40
21	46.8	15.6	25.2	2.65
22	17.0	17.9	22.8	15.48
23	18.5	19.1	24.6	5.43
24	20.0	17.9	22.6	5.05
25	21.5	19.1	24.4	3.36
26	23.0	17.9	26.8	2.57
27	24.5	19.1	26.3	2.27
28	26.0	17.9	21.4	2.11
29	27.4	19.1	20.4	1.46
30	28.9	17.9	20.1	1.49
31	30.4	19.1	21.3	1.42

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

32	31.9	17.9	17.5	1.21
33	33.4	19.1	18.7	1.29
34	34.9	17.9	17.6	1.40
35	36.4	19.1	18.9	1.55
36	37.9	17.9	15.1	1.40
37	39.4	19.1	17.5	1.74
38	40.9	17.9	16.4	1.92
39	42.4	19.1	15.8	1.92
40	43.9	17.9	14.7	2.16
41	45.3	19.1	28.0	2.23
42	46.8	17.9	27.1	2.36
43	17.0	20.2	24.6	15.47
44	18.5	21.4	26.3	5.04
45	20.0	20.2	26.4	3.58
46	21.5	21.4	28.2	2.69
47	23.0	20.2	26.1	2.52
48	24.5	21.4	27.9	2.15
49	26.0	20.2	23.1	1.92
50	27.4	21.4	22.3	1.27
51	28.9	20.2	22.0	1.39
52	30.4	21.4	20.8	1.16
53	31.9	20.2	19.8	1.21
54	33.4	21.4	21.0	1.33
55	34.9	20.2	19.9	1.43
56	36.4	21.4	19.7	1.46
57	37.9	20.2	18.6	1.59
58	39.4	21.4	18.0	1.58
59	40.9	20.2	16.9	1.73
60	42.4	21.4	30.2	2.03
61	43.9	20.2	29.1	2.10
62	45.3	21.4	29.3	2.23
63	46.8	20.2	28.1	2.37
64	17.0	22.5	26.4	15.46
65	18.5	23.7	28.2	4.96
66	20.0	22.5	28.1	3.40
67	21.5	23.7	29.9	2.53
68	23.0	22.5	30.0	2.30
69	24.5	23.7	25.1	1.87
70	26.0	22.5	24.9	1.73
71	27.4	23.7	26.5	1.64
72	28.9	22.5	23.8	1.30
73	30.4	23.7	22.8	1.15
74	31.9	22.5	22.1	1.25
75	33.4	23.7	21.9	1.26
76	34.9	22.5	20.8	1.36
77	36.4	23.7	20.2	1.31
78	37.9	22.5	19.1	1.44
79	39.4	23.7	22.0	1.83
80	40.9	22.5	31.3	1.96
81	42.4	23.7	31.9	2.02
82	43.9	22.5	30.8	2.10
83	45.3	23.7	30.1	2.34
84	46.8	22.5	28.8	2.57
85	17.0	24.8	28.3	14.82

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	88 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

86	18.5	26.0	30.0	4.65
87	20.0	24.8	28.0	4.39
88	21.5	26.0	31.7	2.43
89	23.0	24.8	29.6	2.24
90	24.5	26.0	27.0	1.60
91	26.0	24.8	26.8	1.58
92	27.4	26.0	26.0	1.11
93	28.9	24.8	25.7	1.23
94	30.4	26.0	26.1	1.26
95	31.9	24.8	22.9	1.17
96	33.4	26.0	25.6	1.42
97	34.9	24.8	24.5	1.52
98	36.4	26.0	24.2	1.56
99	37.9	24.8	23.1	1.69
100	39.4	26.0	22.7	1.74
101	40.9	24.8	21.6	1.90
102	42.4	26.0	20.9	2.00
103	43.9	24.8	31.4	2.17
104	45.3	26.0	34.6	2.18
105	46.8	24.8	29.6	2.94
106	17.0	27.1	28.5	15.22
107	18.5	28.3	32.0	4.37
108	20.0	27.1	31.8	2.93
109	21.5	28.3	31.6	2.48
110	23.0	27.1	29.4	2.13
111	24.5	28.3	31.1	1.82
112	26.0	27.1	28.6	1.45
113	27.4	28.3	29.4	1.32
114	28.9	27.1	26.5	1.14
115	30.4	28.3	26.5	1.16
116	31.9	27.1	26.2	1.30
117	33.4	28.3	26.2	1.35
118	34.9	27.1	25.3	1.46
119	36.4	28.3	24.9	1.48
120	37.9	27.1	23.8	1.61
121	39.4	28.3	35.8	1.95
122	40.9	27.1	22.4	1.82
123	42.4	28.3	25.2	2.21
124	43.9	27.1	24.4	2.43
125	45.3	28.3	35.6	2.20
126	46.8	27.1	33.9	2.39
127	17.0	29.4	30.5	14.91
128	18.5	30.5	33.9	4.03
129	20.0	29.4	33.7	2.73
130	21.5	30.5	33.5	2.32
131	23.0	29.4	31.3	1.90
132	24.5	30.5	32.3	1.59
133	26.0	29.4	32.1	1.68
134	27.4	30.5	30.1	1.14
135	28.9	29.4	32.6	1.69
136	30.4	30.5	30.2	1.31
137	31.9	29.4	29.9	1.41
138	33.4	30.5	30.3	1.53
139	34.9	29.4	26.0	1.37

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	89 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

140	36.4	30.5	29.8	1.74
141	37.9	29.4	28.7	1.87
142	39.4	30.5	28.3	1.95
143	40.9	29.4	26.8	2.07
144	42.4	30.5	38.8	2.06
145	43.9	29.4	25.3	2.40
146	45.3	30.5	25.6	2.74
147	46.8	29.4	35.0	2.84
148	18.5	32.8	36.0	3.63
149	20.0	31.7	33.8	3.26
150	21.5	32.8	35.1	2.12
151	23.0	31.7	34.8	1.96
152	24.5	32.8	35.9	1.81
153	26.0	31.7	33.1	1.42
154	27.4	32.8	33.8	1.35
155	28.9	31.7	30.5	1.18
156	30.4	32.8	30.9	1.25
157	31.9	31.7	30.6	1.39
158	33.4	32.8	31.0	1.48
159	34.9	31.7	30.8	1.63
160	36.4	32.8	30.9	1.72
161	37.9	31.7	29.8	1.84
162	39.4	32.8	28.7	1.84
163	40.9	31.7	27.1	1.98
164	42.4	32.8	27.0	2.23
165	43.9	31.7	38.3	2.17
166	45.3	32.8	34.1	2.78
167	46.8	31.7	36.1	2.90
168	17.0	34.0	36.3	18.73
169	18.5	35.1	37.8	3.38
170	20.0	34.0	37.4	2.43
171	21.5	35.1	38.8	2.11
172	23.0	34.0	36.2	1.78
173	24.5	35.1	37.2	1.65
174	26.0	34.0	34.1	1.15
175	27.4	35.1	34.9	1.23
176	28.9	34.0	37.9	1.81
177	30.4	35.1	35.3	1.43
178	31.9	34.0	31.3	1.32
179	33.4	35.1	31.7	1.39
180	34.9	34.0	31.4	1.57
181	36.4	35.1	31.7	1.67
182	37.9	34.0	30.2	1.75
183	39.4	35.1	43.2	2.00
184	40.9	34.0	32.3	2.23
185	42.4	35.1	41.1	2.27
186	43.9	34.0	39.5	2.52
187	45.3	35.1	39.1	2.71
188	46.8	34.0	29.7	3.12
189	17.0	36.3	38.2	16.72
190	18.5	37.4	39.6	3.16
191	21.5	37.4	40.5	2.02
192	23.0	36.3	37.6	1.53
193	24.5	37.4	38.6	1.44

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	90 di 211

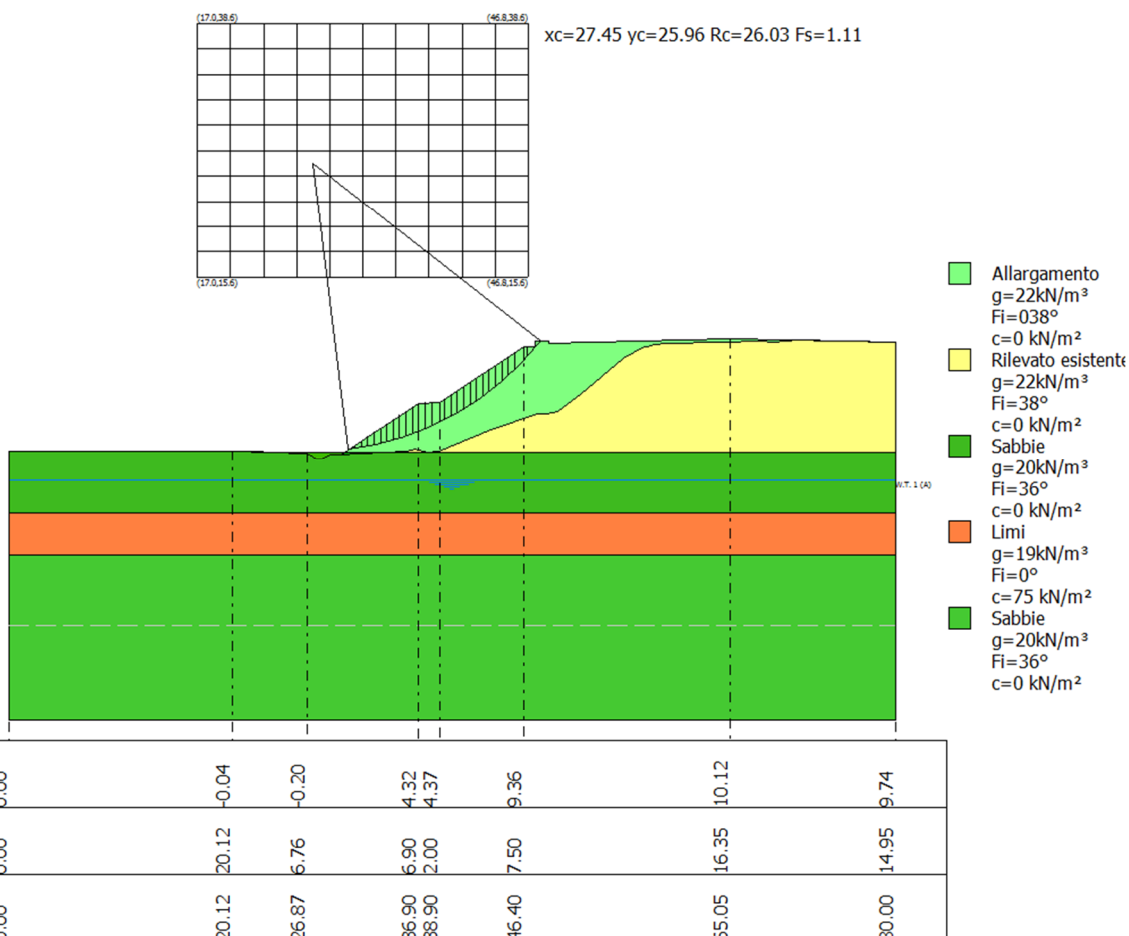
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

194	26.0	36.3	35.2	1.12
195	27.4	37.4	35.9	1.19
196	28.9	36.3	35.6	1.32
197	30.4	37.4	36.3	1.41
198	31.9	36.3	36.1	1.54
199	33.4	37.4	36.9	1.65
200	34.9	36.3	36.7	1.76
201	36.4	37.4	37.0	1.90
202	37.9	36.3	35.4	1.99
203	39.4	37.4	44.2	2.06
204	40.9	36.3	42.6	2.11
205	42.4	37.4	33.5	2.37
206	43.9	36.3	40.7	2.52
207	45.3	37.4	32.5	2.90
208	46.8	36.3	34.6	3.13
209	20.0	38.6	40.9	2.15
210	23.0	38.6	41.9	1.93
211	26.0	38.6	39.7	1.44
212	28.9	38.6	36.6	1.28
213	31.9	38.6	37.1	1.51
214	34.9	38.6	37.6	1.77
215	37.9	38.6	36.1	1.96
216	40.9	38.6	34.5	2.19
217	43.9	38.6	42.1	2.57
218	46.8	38.6	39.9	3.04

=====

### 7.1.6.1.3 Condizione sismica non drenata

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	91 di 211



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

=====  
 Lat./Long. 45.11347/10.864394  
 Normativa NTC 2008 e Circ.  
 Numero di strati 5.0  
 Numero dei conci 30.0  
 Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.3  
 Coefficiente parziale resistenza 1.0  
 Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco  
 Analisi Condizione drenata  
 Superficie di forma circolare  
 =====

**Maglia dei Centri**

=====  
 Ascissa vertice sinistro inferiore xi 17.01 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 15.65 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 46.84 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 38.56 m  
 Passo di ricerca 10.0  
 =====

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	92 di 211

Numero di celle lungo x 10.0  
 Numero di celle lungo y 10.0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe IV  
 Vita nominale: 100.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.58	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.57	0.3
S.L.V.	1898.0	1.31	2.59	0.32
S.L.C.	2475.0	1.42	2.6	0.32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.955	0.24	0.0478	0.0239
S.L.C.	2.0932	0.24	0.0512	0.0256

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0478  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0239

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	26.87	-0.2
4	27.75	-0.79
5	28.25	-0.79
6	29.0	-0.29
7	29.32	-0.29
8	30.0	-0.29
9	36.9	4.32
10	38.9	4.37
11	46.4	9.36
12	47.5	9.41
13	47.5	9.91



14	48.1	9.91
15	48.7	9.86
16	48.7	9.71
17	65.05	10.12
18	80.0	9.74

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.7
2	40.0	-2.7
3	80.0	-2.7

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04
4	26.87	-0.2
5	27.75	-0.79
6	28.25	-0.79
7	29.0	-0.29
8	29.32	-0.29
9	29.82	-0.31
10	31.69	-0.25
11	35.93	0.0
12	36.62	0.13
13	37.76	-0.18
14	38.79	0.01
15	43.49	1.92
16	47.63	3.33
17	48.49	3.39
18	49.55	3.56
19	51.59	5.13
20	55.44	8.32
21	57.28	9.42
22	57.61	9.4
23	58.17	9.59
24	59.44	9.64
25	59.61	9.68
26	68.27	9.87
27	68.45	9.77
28	70.56	9.87
29	70.79	9.95
30	70.9	9.97
31	80.0	9.74

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	20.12	-0.04
3	20.12	-0.04

4	25.73	-0.18
5	80.0	-0.18

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-5.7
2	80.0	-5.7

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-9.4
2	80.0	-9.4

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	38	22	23	Allargament o	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	0	0	36	20	21	Sabbie	
4	75	0	0	19	20	Limi	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1.11
Ascissa centro superficie	27.45 m
Ordinata centro superficie	25.96 m
Raggio superficie	26.03 m

**xc = 27.447 yc = 25.96 Rc = 26.031 Fs=1.111**  
 Lambda = 0.595

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.58	7.63	0.58	1.98
2	0.58	8.92	0.58	5.8
3	0.58	10.2	0.59	9.46
4	0.58	11.5	0.59	12.94
5	0.58	12.8	0.59	16.25

6	0.58	14.11	0.6	19.39
7	0.58	15.42	0.6	22.35
8	0.58	16.74	0.6	25.12
9	0.58	18.08	0.61	27.71
10	0.58	19.42	0.61	30.12
11	0.51	20.7	0.55	28.65
12	0.64	22.06	0.69	35.1
13	0.58	23.52	0.63	28.55
14	0.78	25.16	0.86	33.64
15	0.37	26.57	0.42	14.89
16	0.58	27.75	0.65	23.94
17	0.58	29.19	0.66	24.86
18	0.58	30.66	0.67	25.53
19	0.58	32.15	0.68	25.94
20	0.58	33.66	0.69	26.08
21	0.58	35.21	0.71	25.94
22	0.58	36.78	0.72	25.51
23	0.58	38.38	0.74	24.75
24	0.58	40.02	0.75	23.66
25	0.58	41.7	0.77	22.21
26	0.58	43.43	0.8	20.36
27	0.77	45.52	1.1	23.6
28	0.38	47.35	0.57	8.85
29	0.58	48.94	0.88	6.75
30	0.58	50.92	0.92	4.6

## Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.55	0.93	0.0	0.0	1.57	0.88	0.0
2	2.04	3.42	0.55	0.93	4.75	2.67	0.0
3	4.22	7.09	2.04	3.42	7.95	4.47	0.0
4	6.91	11.61	4.22	7.09	11.13	6.26	0.0
5	9.92	16.67	6.91	11.61	14.24	8.01	0.0
6	13.11	22.03	9.92	16.67	17.24	9.7	0.0
7	16.32	27.43	13.11	22.03	20.11	11.31	0.0
8	19.45	32.69	16.32	27.43	22.81	12.83	0.0
9	22.38	37.61	19.45	32.69	25.31	14.24	0.0
10	25.01	42.03	22.38	37.61	27.59	15.52	0.0
11	27.04	45.44	25.01	42.03	26.27	14.77	0.0
12	28.92	48.61	27.04	45.44	32.12	18.07	0.0
13	29.95	50.34	28.92	48.61	26.01	14.63	0.0
14	30.52	51.3	29.95	50.34	30.39	17.09	0.0
15	30.54	51.33	30.52	51.3	13.32	7.49	0.0
16	30.27	50.87	30.54	51.33	21.19	11.92	0.0
17	29.6	49.75	30.27	50.87	21.67	12.19	0.0
18	28.54	47.96	29.6	49.75	21.86	12.3	0.0
19	27.07	45.49	28.54	47.96	21.76	12.24	0.0
20	25.21	42.37	27.07	45.49	21.35	12.01	0.0
21	22.99	38.64	25.21	42.37	20.65	11.62	0.0
22	20.44	34.35	22.99	38.64	19.67	11.06	0.0
23	17.61	29.59	20.44	34.35	18.4	10.35	0.0
24	14.56	24.47	17.61	29.59	16.87	9.49	0.0

25	11.38	19.13	14.56	24.47	15.09	8.49	0.0
26	8.17	13.73	11.38	19.13	13.09	7.37	0.0
27	4.05	6.8	8.17	13.73	14.07	7.91	0.0
28	2.37	3.98	4.05	6.8	4.89	2.75	0.0
29	1.0	1.68	2.37	3.98	3.46	1.95	0.0
30	0.0	0.0	1.0	1.68	2.12	1.19	0.0

**Numero di superfici esaminate....(218)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	17.0	15.6	21.1	15.58
2	18.5	16.8	22.9	6.02
3	20.0	15.6	23.2	4.26
4	21.5	16.8	25.0	3.09
5	23.0	15.6	23.0	2.99
6	24.5	16.8	27.2	2.26
7	26.0	15.6	17.1	1.95
8	27.4	16.8	18.7	1.67
9	28.9	15.6	17.8	1.56
10	30.4	16.8	19.0	1.43
11	31.9	15.6	17.9	1.42
12	33.4	16.8	16.4	1.28
13	34.9	15.6	15.4	1.38
14	36.4	16.8	16.6	1.52
15	37.9	15.6	23.5	1.53
16	39.4	16.8	14.0	1.53
17	40.9	15.6	23.5	1.49
18	42.4	16.8	24.0	1.65
19	43.9	15.6	22.8	1.73
20	45.3	16.8	26.3	1.72
21	46.8	15.6	25.2	1.92
22	17.0	17.9	22.8	15.48
23	18.5	19.1	24.6	5.43
24	20.0	17.9	22.6	5.05
25	21.5	19.1	24.4	3.36
26	23.0	17.9	26.8	2.62
27	24.5	19.1	26.3	2.31
28	26.0	17.9	21.4	2.11
29	27.4	19.1	20.4	1.46
30	28.9	17.9	20.1	1.49
31	30.4	19.1	21.3	1.42
32	31.9	17.9	17.5	1.21
33	33.4	19.1	18.7	1.29
34	34.9	17.9	17.6	1.40
35	36.4	19.1	18.9	1.55
36	37.9	17.9	15.1	1.40
37	39.4	19.1	26.2	1.62
38	40.9	17.9	25.1	1.64
39	42.4	19.1	28.5	1.57
40	43.9	17.9	27.4	1.60
41	45.3	19.1	28.0	1.57
42	46.8	17.9	27.1	1.56

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

43	17.0	20.2	24.6	15.47
44	18.5	21.4	26.3	5.04
45	20.0	20.2	26.4	3.74
46	21.5	21.4	28.2	2.80
47	23.0	20.2	26.1	2.60
48	24.5	21.4	30.2	2.09
49	26.0	20.2	23.1	1.92
50	27.4	21.4	22.3	1.27
51	28.9	20.2	22.0	1.39
52	30.4	21.4	20.8	1.16
53	31.9	20.2	19.8	1.21
54	33.4	21.4	21.0	1.33
55	34.9	20.2	19.9	1.43
56	36.4	21.4	19.7	1.46
57	37.9	20.2	18.6	1.59
58	39.4	21.4	30.8	1.43
59	40.9	20.2	29.6	1.50
60	42.4	21.4	30.2	1.48
61	43.9	20.2	29.1	1.50
62	45.3	21.4	29.3	1.66
63	46.8	20.2	28.1	1.73
64	17.0	22.5	26.4	15.46
65	18.5	23.7	28.2	4.96
66	20.0	22.5	28.1	3.40
67	21.5	23.7	29.9	2.66
68	23.0	22.5	27.8	2.38
69	24.5	23.7	25.1	1.87
70	26.0	22.5	24.9	1.73
71	27.4	23.7	26.5	1.64
72	28.9	22.5	23.8	1.30
73	30.4	23.7	22.8	1.15
74	31.9	22.5	22.1	1.25
75	33.4	23.7	21.9	1.26
76	34.9	22.5	20.8	1.36
77	36.4	23.7	20.2	1.31
78	37.9	22.5	19.1	1.44
79	39.4	23.7	32.5	1.49
80	40.9	22.5	31.3	1.47
81	42.4	23.7	31.9	1.53
82	43.9	22.5	30.8	1.55
83	45.3	23.7	30.1	2.00
84	46.8	22.5	32.2	1.97
85	17.0	24.8	28.3	14.82
86	18.5	26.0	30.0	4.65
87	20.0	24.8	28.0	4.39
88	21.5	26.0	31.7	2.46
89	23.0	24.8	29.6	2.24
90	24.5	26.0	27.0	1.60
91	26.0	24.8	26.8	1.58
92	27.4	26.0	26.0	1.11
93	28.9	24.8	25.7	1.23
94	30.4	26.0	26.1	1.26
95	31.9	24.8	22.9	1.17
96	33.4	26.0	25.6	1.42

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	98 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

97	34.9	24.8	24.5	1.52
98	36.4	26.0	34.7	1.56
99	37.9	24.8	33.6	1.49
100	39.4	26.0	34.1	1.54
101	40.9	24.8	33.0	1.53
102	42.4	26.0	33.0	1.67
103	43.9	24.8	31.4	1.83
104	45.3	26.0	34.6	1.53
105	46.8	24.8	29.6	2.94
106	17.0	27.1	28.5	15.22
107	18.5	28.3	32.0	4.37
108	20.0	27.1	31.8	2.93
109	21.5	28.3	31.6	2.48
110	23.0	27.1	29.4	2.13
111	24.5	28.3	31.1	1.82
112	26.0	27.1	28.6	1.45
113	27.4	28.3	29.4	1.32
114	28.9	27.1	26.5	1.14
115	30.4	28.3	26.5	1.16
116	31.9	27.1	26.2	1.30
117	33.4	28.3	26.2	1.35
118	34.9	27.1	25.3	1.46
119	36.4	28.3	24.9	1.48
120	37.9	27.1	35.3	1.56
121	39.4	28.3	35.8	1.61
122	40.9	27.1	34.6	1.58
123	42.4	28.3	25.2	2.21
124	43.9	27.1	24.4	2.43
125	45.3	28.3	35.6	1.68
126	46.8	27.1	33.9	1.93
127	17.0	29.4	30.5	14.91
128	18.5	30.5	33.9	4.03
129	20.0	29.4	33.7	2.73
130	21.5	30.5	33.5	2.32
131	23.0	29.4	31.3	1.90
132	24.5	30.5	32.3	1.59
133	26.0	29.4	32.1	1.68
134	27.4	30.5	30.1	1.14
135	28.9	29.4	32.6	1.69
136	30.4	30.5	30.2	1.31
137	31.9	29.4	29.9	1.41
138	33.4	30.5	30.3	1.53
139	34.9	29.4	26.0	1.37
140	36.4	30.5	38.1	1.65
141	37.9	29.4	37.0	1.63
142	39.4	30.5	37.0	1.79
143	40.9	29.4	39.5	1.93
144	42.4	30.5	38.8	1.56
145	43.9	29.4	25.3	2.40
146	45.3	30.5	25.6	2.74
147	46.8	29.4	35.0	2.84
148	18.5	32.8	36.0	3.63
149	20.0	31.7	33.8	3.26
150	21.5	32.8	35.1	2.12

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	99 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

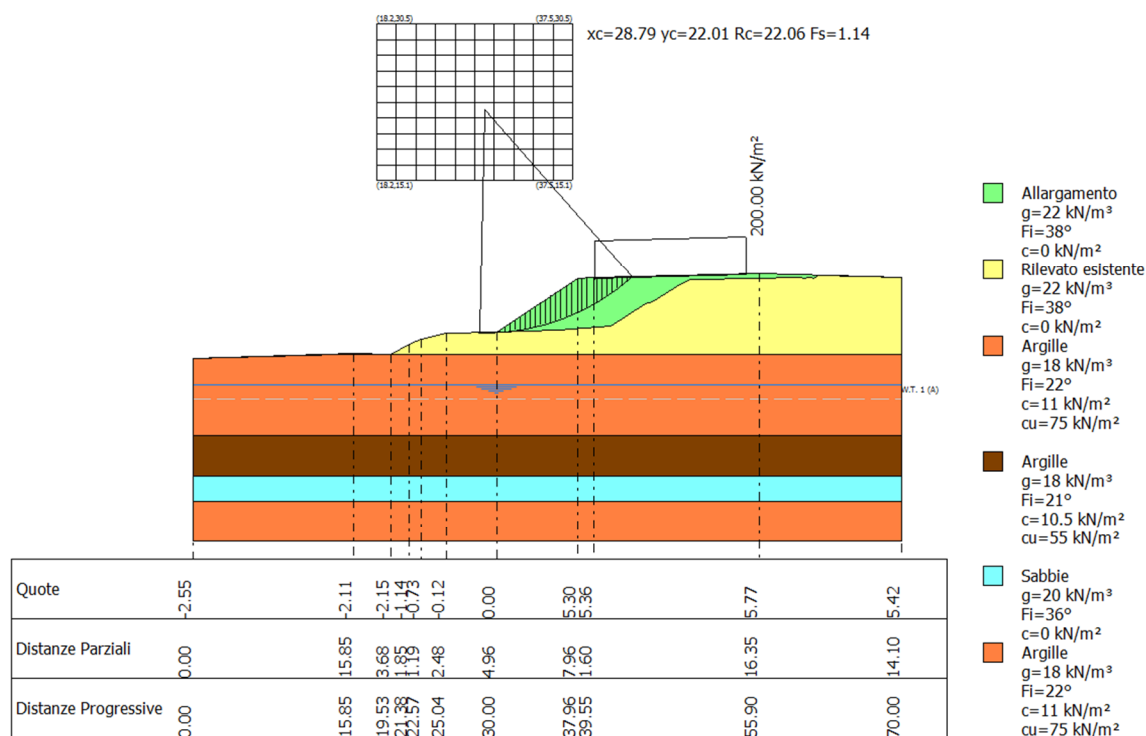
151	23.0	31.7	34.8	1.96
152	24.5	32.8	35.9	1.81
153	26.0	31.7	33.1	1.42
154	27.4	32.8	33.8	1.35
155	28.9	31.7	30.5	1.18
156	30.4	32.8	30.9	1.25
157	31.9	31.7	30.6	1.39
158	33.4	32.8	31.0	1.48
159	34.9	31.7	30.8	1.63
160	36.4	32.8	30.9	1.72
161	37.9	31.7	38.7	1.73
162	39.4	32.8	42.2	1.54
163	40.9	31.7	27.1	1.98
164	42.4	32.8	27.0	2.23
165	43.9	31.7	38.3	1.81
166	45.3	32.8	34.1	2.78
167	46.8	31.7	36.1	2.90
168	17.0	34.0	36.3	18.73
169	18.5	35.1	37.8	3.38
170	20.0	34.0	37.4	2.43
171	21.5	35.1	38.8	2.11
172	23.0	34.0	36.2	1.78
173	24.5	35.1	37.2	1.65
174	26.0	34.0	34.1	1.15
175	27.4	35.1	34.9	1.23
176	28.9	34.0	37.9	1.81
177	30.4	35.1	35.3	1.43
178	31.9	34.0	31.3	1.32
179	33.4	35.1	31.7	1.39
180	34.9	34.0	31.4	1.57
181	36.4	35.1	31.7	1.67
182	37.9	34.0	30.2	1.75
183	39.4	35.1	43.2	1.59
184	40.9	34.0	32.3	2.23
185	42.4	35.1	41.1	2.13
186	43.9	34.0	39.5	2.52
187	45.3	35.1	39.1	2.71
188	46.8	34.0	29.7	3.12
189	17.0	36.3	38.2	16.72
190	18.5	37.4	39.6	3.16
191	21.5	37.4	40.5	2.02
192	23.0	36.3	37.6	1.53
193	24.5	37.4	38.6	1.44
194	26.0	36.3	35.2	1.12
195	27.4	37.4	35.9	1.19
196	28.9	36.3	35.6	1.32
197	30.4	37.4	36.3	1.41
198	31.9	36.3	36.1	1.54
199	33.4	37.4	36.9	1.65
200	34.9	36.3	36.7	1.76
201	36.4	37.4	37.0	1.90
202	37.9	36.3	45.0	1.62
203	39.4	37.4	44.2	1.82
204	40.9	36.3	42.6	1.87

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	100 di 211

205	42.4	37.4	33.5	2.37
206	43.9	36.3	40.7	2.52
207	45.3	37.4	32.5	2.90
208	46.8	36.3	34.6	3.13
209	20.0	38.6	40.9	2.15
210	23.0	38.6	41.9	1.93
211	26.0	38.6	39.7	1.44
212	28.9	38.6	36.6	1.28
213	31.9	38.6	37.1	1.51
214	34.9	38.6	37.6	1.77
215	37.9	38.6	46.0	1.81
216	40.9	38.6	34.5	2.19
217	43.9	38.6	42.1	2.57
218	46.8	38.6	39.9	3.04

7.1.6.2 Sezione 262+675

7.1.6.2.1 Condizione statica



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long. 45.110775/10.863128  
 Normativa NTC 2008 e Circ.  
 Numero di strati 6.0  
 Numero dei conci 30.0

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	101 di 211



Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1  
 Coefficiente parziale resistenza 1.0  
 Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco  
 Analisi Condizione drenata  
 Superficie di forma circolare

=====

**Maglia dei Centri**

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 18.15 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 15.06 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 37.49 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 30.51 m  
 Passo di ricerca 10.0  
 Numero di celle lungo x 10.0  
 Numero di celle lungo y 10.0

=====

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	19.53	-2.15
4	21.38	-1.14
5	22.57	-0.73
6	25.04	-0.12
7	30.0	0.0
8	30.0	0.0
9	37.96	5.3
10	39.55	5.36
11	55.9	5.77
12	70.0	5.42

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-5.15
2	30.0	-5.15
3	70.0	-5.15

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	15.85	-2.11
4	19.53	-2.15
5	21.38	-1.14
6	22.57	-0.73
7	25.04	-0.12
8	30.0	0.0
9	32.86	0.14
10	36.13	0.17

11	41.26	0.58
12	44.68	2.83
13	45.38	3.0
14	48.23	4.79
15	48.4	4.8
16	48.57	4.92
17	49.12	5.16
18	55.9	5.32
19	59.2	5.37
20	59.78	5.38
21	60.41	5.31
22	60.72	5.39
23	60.95	5.38
24	61.34	5.3
25	61.6	5.46
26	61.85	5.62
27	70.0	5.42

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	14.59	-2.15
3	70.0	-2.15

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.15
2	70.0	-10.15

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-14.15
2	70.0	-14.15

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-16.65
2	70.0	-16.65

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargament

							o	
2	0	0	38	22	23		Rilevato esistente	
3	11	75	22	18	19		Argille	
4	10.5	55	21	18	19		Argille	
5	0	0	36	20	21		Sabbie	
6	11	75	22	18	19		Argille	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	39.68	5.29	54.68	5.665045	200

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1.14
Ascissa centro superficie	28.79 m
Ordinata centro superficie	22.01 m
Raggio superficie	22.06 m

**xc = 28.789 yc = 22.012 Rc = 22.059 Fs=1.142**

Lambda = 0.47

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.5	-0.59	0.5	0.11
2	0.5	0.72	0.5	0.25
3	0.68	2.26	0.69	0.33
4	0.32	3.56	0.32	0.55
5	0.5	4.63	0.5	3.58
6	0.5	5.94	0.5	6.79
7	0.5	7.25	0.51	9.87
8	0.5	8.57	0.51	12.81
9	0.5	9.89	0.51	15.63
10	0.5	11.22	0.51	18.32
11	0.5	12.55	0.51	20.87
12	0.5	13.89	0.52	23.29
13	0.5	15.24	0.52	25.57
14	0.5	16.59	0.52	27.71
15	0.5	17.96	0.53	29.7
16	0.5	19.33	0.53	31.55
17	0.5	20.72	0.54	33.25
18	0.5	22.12	0.54	34.79
19	0.61	23.69	0.67	44.09
20	0.39	25.12	0.44	28.4
21	0.5	26.41	0.56	33.93
22	0.7	28.17	0.79	42.9
23	0.3	29.66	0.35	52.1
24	0.5	30.87	0.58	125.78
25	0.5	32.4	0.59	122.51
26	0.5	33.96	0.61	119.02

27	0.5	35.55	0.62	115.31
28	0.5	37.17	0.63	111.37
29	0.5	38.82	0.64	107.18
30	0.5	40.52	0.66	82.72

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.04	0.09	0.0	0.0	0.07	0.04	0.0
2	0.12	0.26	0.04	0.09	0.17	0.09	0.0
3	0.22	0.47	0.12	0.26	0.24	0.13	0.0
4	0.38	0.8	0.22	0.47	0.41	0.23	0.0
5	1.33	2.83	0.38	0.8	2.79	1.52	0.0
6	2.99	6.37	1.33	2.83	5.46	2.99	0.0
7	5.22	11.12	2.99	6.37	8.17	4.47	0.0
8	7.89	16.79	5.22	11.12	10.88	5.95	0.0
9	10.86	23.12	7.89	16.79	13.56	7.42	0.0
10	14.04	29.88	10.86	23.12	16.17	8.85	0.0
11	17.33	36.87	14.04	29.88	18.69	10.22	0.0
12	20.63	43.89	17.33	36.87	21.09	11.54	0.0
13	23.86	50.78	20.63	43.89	23.36	12.78	0.0
14	26.96	57.38	23.86	50.78	25.46	13.93	0.0
15	29.87	63.55	26.96	57.38	27.4	14.99	0.0
16	32.51	69.19	29.87	63.55	29.14	15.94	0.0
17	34.85	74.16	32.51	69.19	30.67	16.78	0.0
18	36.84	78.39	34.85	74.16	31.98	17.5	0.0
19	38.73	82.41	36.84	78.39	40.26	22.03	0.0
20	39.59	84.23	38.73	82.41	25.72	14.07	0.0
21	40.23	85.61	39.59	84.23	30.42	16.65	0.0
22	40.41	85.99	40.23	85.61	37.84	20.7	0.0
23	40.0	85.11	40.41	85.99	45.2	24.73	0.0
24	37.78	80.39	40.0	85.11	107.44	58.79	0.0
25	34.15	72.66	37.78	80.39	102.36	56.0	0.0
26	29.2	62.12	34.15	72.66	96.94	53.04	0.0
27	23.02	48.99	29.2	62.12	91.21	49.9	0.0
28	15.72	33.46	23.02	48.99	85.18	46.61	0.0
29	7.42	15.78	15.72	33.46	78.89	43.16	0.0
30	0.0	0.0	7.42	15.78	58.27	31.88	0.0

Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
3.31				1
2	19.1	15.8	21.1	2.68
3	20.1	15.1	19.0	2.86
4	21.1	15.8	21.1	2.16
5	22.0	15.1	20.3	1.95
6	23.0	15.8	19.8	1.90
7	24.0	15.1	20.3	1.40
8	24.9	15.8	21.1	1.30
9	25.9	15.1	19.0	1.27

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

10	26.9	15.8	19.8	1.21
11	27.8	15.1	20.3	1.20
12	28.8	15.8	19.8	1.21
13	29.8	15.1	20.3	1.19
14	30.7	15.8	21.1	1.23
15	31.7	15.1	16.4	1.27
16	32.7	15.8	21.1	1.24
17	33.6	15.1	20.3	1.26
18	34.6	15.8	21.0	1.31
19	35.6	15.1	20.2	1.34
20	36.5	15.8	20.9	1.39
21	37.5	15.1	20.1	1.47
22	18.2	16.6	21.8	3.02
23	19.1	17.4	21.3	3.02
24	20.1	16.6	21.8	2.26
25	21.1	17.4	22.6	1.88
26	22.0	16.6	20.5	2.00
27	23.0	17.4	22.6	1.42
28	24.0	16.6	21.8	1.35
29	24.9	17.4	21.3	1.28
30	25.9	16.6	20.5	1.24
31	26.9	17.4	21.3	1.21
32	27.8	16.6	20.5	1.21
33	28.8	17.4	21.3	1.22
34	29.8	16.6	21.9	1.23
35	30.7	17.4	21.3	1.28
36	31.7	16.6	18.0	1.31
37	32.7	17.4	17.4	1.27
38	33.6	16.6	21.8	1.28
39	34.6	17.4	21.1	1.39
40	35.6	16.6	21.7	1.36
41	36.5	17.4	20.9	1.46
42	37.5	16.6	20.1	1.49
43	18.2	18.1	23.4	2.76
44	19.1	18.9	24.1	2.34
45	20.1	18.1	23.4	2.17
46	21.1	18.9	22.8	2.04
47	22.0	18.1	23.4	1.51
48	23.0	18.9	24.2	1.37
49	24.0	18.1	22.1	1.34
50	24.9	18.9	24.2	1.27
51	25.9	18.1	22.1	1.23
52	26.9	18.9	22.9	1.24
53	27.8	18.1	22.1	1.22
54	28.8	18.9	24.2	1.24
55	29.8	18.1	23.4	1.24
56	30.7	18.9	24.2	1.25
57	31.7	18.1	23.4	1.26
58	32.7	18.9	18.9	1.33
59	33.6	18.1	23.3	1.33
60	34.6	18.9	22.6	1.41
61	35.6	18.1	21.8	1.44
62	36.5	18.9	22.5	1.48
63	37.5	18.1	21.6	1.59

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	106 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

64	18.2	19.7	23.6	3.25
65	19.1	20.5	25.7	2.17
66	20.1	19.7	23.6	2.21
67	21.1	20.5	25.7	1.53
68	22.0	19.7	24.9	1.43
69	23.0	20.5	24.4	1.37
70	24.0	19.7	23.6	1.32
71	24.9	20.5	24.4	1.27
72	25.9	19.7	23.6	1.25
73	26.9	20.5	21.8	1.24
74	27.8	19.7	21.0	1.24
75	28.8	20.5	24.4	1.28
76	29.8	19.7	23.6	1.28
77	30.7	20.5	20.5	1.23
78	31.7	19.7	19.8	1.28
79	32.7	20.5	24.3	1.37
80	33.6	19.7	23.5	1.39
81	34.6	20.5	24.1	1.43
82	35.6	19.7	23.3	1.46
83	36.5	20.5	24.0	1.60
84	37.5	19.7	23.1	1.67
85	18.2	21.2	26.5	2.44
86	19.1	22.0	25.9	2.31
87	20.1	21.2	25.1	2.11
88	21.1	22.0	27.2	1.46
89	22.0	21.2	25.2	1.46
90	23.0	22.0	27.2	1.33
91	24.0	21.2	26.5	1.30
92	24.9	22.0	25.9	1.28
93	25.9	21.2	22.6	1.25
94	26.9	22.0	23.3	1.25
95	27.8	21.2	22.6	1.27
96	28.8	22.0	22.1	1.14
97	29.8	21.2	21.3	1.18
98	30.7	22.0	22.1	1.28
99	31.7	21.2	21.3	1.33
100	32.7	22.0	25.8	1.39
101	33.6	21.2	25.0	1.41
102	34.6	22.0	27.1	1.47
103	35.6	21.2	24.8	1.54
104	36.5	22.0	25.5	1.67
105	37.5	21.2	24.6	1.75
106	18.2	22.8	28.0	2.17
107	19.1	23.6	28.8	1.69
108	20.1	22.8	28.0	1.56
109	21.1	23.6	27.5	1.50
110	22.0	22.8	26.7	1.40
111	23.0	23.6	28.8	1.33
112	24.0	22.8	26.7	1.30
113	24.9	23.6	24.9	1.26
114	25.9	22.8	24.1	1.25
115	26.9	23.6	24.9	1.28
116	27.8	22.8	24.1	1.30
117	28.8	23.6	23.6	1.19

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	107 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

118	29.8	22.8	22.8	1.24
119	30.7	23.6	28.8	1.30
120	31.7	22.8	26.7	1.37
121	32.7	23.6	28.7	1.36
122	33.6	22.8	27.9	1.41
123	34.6	23.6	28.6	1.52
124	35.6	22.8	27.8	1.61
125	36.5	23.6	28.5	1.73
126	37.5	22.8	27.7	1.82
127	18.2	24.3	28.2	2.43
128	19.1	25.1	30.3	1.60
129	20.1	24.3	28.2	1.64
130	21.1	25.1	29.0	1.44
131	22.0	24.3	29.6	1.36
132	23.0	25.1	29.0	1.33
133	24.0	24.3	25.6	1.28
134	24.9	25.1	26.4	1.26
135	25.9	24.3	25.6	1.27
136	26.9	25.1	26.4	1.31
137	27.8	24.3	29.6	1.29
138	28.8	25.1	25.1	1.24
139	29.8	24.3	24.4	1.29
140	30.7	25.1	30.3	1.32
141	31.7	24.3	29.5	1.33
142	32.7	25.1	30.3	1.41
143	33.6	24.3	29.4	1.46
144	34.6	25.1	30.2	1.58
145	35.6	24.3	29.4	1.65
146	36.5	25.1	30.1	1.79
147	37.5	24.3	29.3	1.88
148	18.2	25.9	31.1	1.73
149	19.1	26.6	30.5	1.69
150	20.1	25.9	29.8	1.54
151	21.1	26.6	31.9	1.40
152	22.0	25.9	31.1	1.36
153	23.0	26.6	27.9	1.29
154	24.0	25.9	27.2	1.26
155	24.9	26.6	28.0	1.27
156	25.9	25.9	27.2	1.29
157	26.9	26.6	31.9	1.32
158	27.8	25.9	29.8	1.36
159	28.8	26.6	26.7	1.30
160	29.8	25.9	31.1	1.31
161	30.7	26.6	31.9	1.34
162	31.7	25.9	31.1	1.37
163	32.7	26.6	31.8	1.45
164	33.6	25.9	31.0	1.51
165	34.6	26.6	31.7	1.62
166	35.6	25.9	30.9	1.70
167	36.5	26.6	30.0	1.88
168	37.5	25.9	30.8	1.94
169	18.2	27.4	32.6	1.65
170	19.1	28.2	33.4	1.51
171	20.1	27.4	32.6	1.45

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	108 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

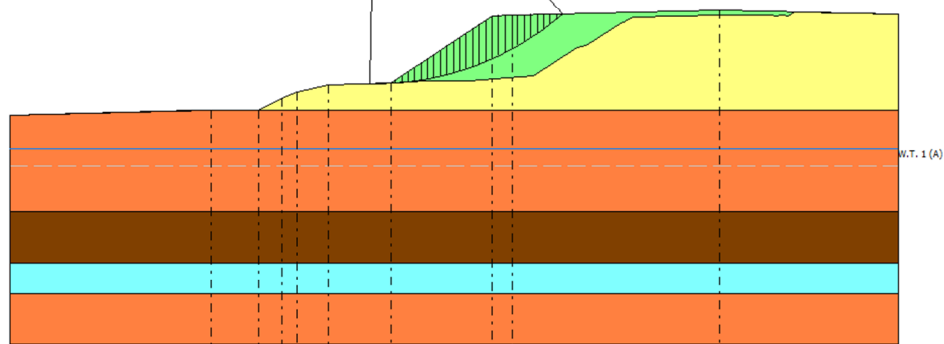
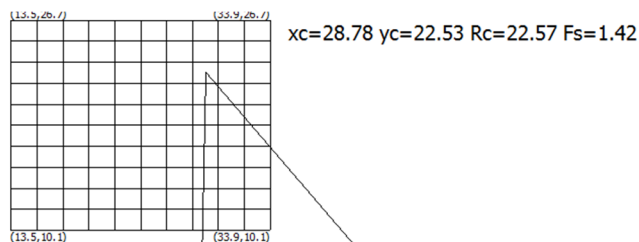
172	21.1	28.2	32.1	1.41
173	22.0	27.4	28.7	1.37
174	23.0	28.2	29.5	1.27
175	24.0	27.4	28.7	1.27
176	24.9	28.2	29.5	1.30
177	25.9	27.4	28.7	1.32
178	26.9	28.2	33.4	1.33
179	27.8	27.4	32.7	1.32
180	28.8	28.2	33.4	1.33
181	29.8	27.4	32.7	1.33
182	30.7	28.2	32.1	1.46
183	31.7	27.4	32.6	1.41
184	32.7	28.2	31.9	1.55
185	33.6	27.4	31.0	1.60
186	34.6	28.2	31.7	1.72
187	35.6	27.4	30.8	1.80
188	36.5	28.2	33.1	1.88
189	37.5	27.4	30.7	2.11
190	18.2	29.0	32.9	1.76
191	19.1	29.7	33.6	1.53
192	20.1	29.0	32.9	1.46
193	21.1	29.7	32.3	1.40
194	22.0	29.0	30.2	1.29
195	23.0	29.7	31.0	1.27
196	24.0	29.0	30.3	1.28
197	24.9	29.7	31.0	1.33
198	25.9	29.0	34.2	1.35
199	26.9	29.7	35.0	1.35
200	27.8	29.0	34.2	1.34
201	28.8	29.7	29.8	1.40
202	29.8	29.0	29.0	1.44
203	30.7	29.7	34.9	1.43
204	31.7	29.0	32.7	1.49
205	32.7	29.7	33.4	1.60
206	33.6	29.0	34.0	1.66
207	34.6	29.7	34.7	1.77
208	35.6	29.0	32.3	1.92
209	36.5	29.7	34.6	1.93
210	37.5	29.0	33.8	2.04
211	18.2	30.5	35.7	1.56
212	20.1	30.5	35.7	1.44
213	22.0	30.5	31.8	1.27
214	24.0	30.5	31.8	1.30
215	25.9	30.5	31.8	1.38
216	27.8	30.5	30.5	1.35
217	29.8	30.5	35.7	1.40
218	31.7	30.5	34.2	1.54
219	33.6	30.5	35.5	1.70
220	35.6	30.5	35.5	1.90
221	37.5	30.5	35.4	2.08

=====

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	109 di 211



7.1.6.2.2 Condizione sismica drenata



- Alargamento  
g=22 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=38°  
c=0 kN/m<sup>2</sup>
- Rilevato esistente  
g=22 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=38°  
c=0 kN/m<sup>2</sup>
- Argille  
g=18 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=22°  
c=11 kN/m<sup>2</sup>  
cu=75 kN/m<sup>2</sup>
- Argille  
g=18 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=21°  
c=10.5 kN/m<sup>2</sup>  
cu=55 kN/m<sup>2</sup>
- Sabbie  
g=20 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=36°  
c=0 kN/m<sup>2</sup>
- Argille  
g=18 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=22°  
c=11 kN/m<sup>2</sup>  
cu=75 kN/m<sup>2</sup>

Quote	-2.55	-2.11	-2.15	-1.14	-0.73	-0.12	0.00	5.30	5.36	5.77	5.42
Distanze Parziali	0.00	15.85	3.68	1.85	1.19	2.48	4.96	7.96	1.60	16.35	14.10
Distanze Progressive	0.00	15.85	19.53	21.38	22.57	25.04	30.00	37.96	39.55	55.90	70.00

**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	45.110775/10.863128
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	6.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	13.46 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	10.12 m
Ascissa vertice destro superiore xs	33.89 m
Ordinata vertice destro superiore ys	26.66 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe IV  
 Vita nominale: 100.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.58	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.58	0.3
S.L.V.	1898.0	1.31	2.59	0.32
S.L.C.	2475.0	1.41	2.6	0.32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.955	0.24	0.0478	0.0239
S.L.C.	2.0807	0.24	0.0509	0.0255

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	19.53	-2.15
4	21.38	-1.14
5	22.57	-0.73
6	25.04	-0.12
7	30.0	0.0
8	30.0	0.0
9	37.96	5.3
10	39.55	5.36
11	55.9	5.77
12	70.0	5.42

**Falda**

Nr.	X	y
-----	---	---

	(m)	(m)
1	0.0	-5.15
2	70.0	-5.15

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	15.85	-2.11
4	19.53	-2.15
5	21.38	-1.14
6	22.57	-0.73
7	25.04	-0.12
8	30.0	0.0
9	32.86	0.14
10	36.13	0.17
11	41.26	0.58
12	44.68	2.83
13	45.38	3.0
14	48.23	4.79
15	48.4	4.8
16	48.57	4.92
17	49.12	5.16
18	55.9	5.32
19	59.2	5.37
20	59.78	5.38
21	60.41	5.31
22	60.72	5.39
23	60.95	5.38
24	61.34	5.3
25	61.6	5.46
26	61.85	5.62
27	70.0	5.42

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	14.59	-2.15
3	70.0	-2.15

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.15
2	70.0	-10.15

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-14.15
2	70.0	-14.15

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-16.65

2	70.0	-16.65
---	------	--------

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	38	22	23	Allargament o	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	11	75	22	18	19	Argille	
4	10.5	55	21	18	19	Argille	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	
6	11	75	22	18	19	Argille	

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1.42
Ascissa centro superficie	28.78 m
Ordinata centro superficie	22.53 m
Raggio superficie	22.57 m

**xc = 28.784 yc = 22.527 Rc = 22.574 Fs=1.416**  
 Lambda = 0.523

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.51	-0.56	0.51	0.11
2	0.51	0.73	0.51	0.25
3	0.67	2.23	0.67	0.32
4	0.34	3.53	0.34	0.65
5	0.51	4.61	0.51	3.82
6	0.51	5.91	0.51	7.11
7	0.51	7.2	0.51	10.28
8	0.51	8.51	0.51	13.31
9	0.51	9.81	0.52	16.21
10	0.51	11.13	0.52	18.97
11	0.51	12.45	0.52	21.6
12	0.51	13.77	0.52	24.09
13	0.51	15.1	0.53	26.44
14	0.51	16.44	0.53	28.65
15	0.51	17.79	0.53	30.72

16	0.51	19.16	0.54	32.63
17	0.51	20.53	0.54	34.4
18	0.51	21.91	0.55	36.0
19	0.49	23.29	0.54	36.38
20	0.52	24.7	0.58	37.9
21	0.51	26.15	0.57	34.33
22	0.57	27.68	0.64	35.04
23	0.45	29.15	0.52	25.4
24	0.51	30.55	0.59	25.66
25	0.51	32.06	0.6	22.35
26	0.51	33.6	0.61	18.82
27	0.51	35.16	0.62	15.07
28	0.51	36.76	0.63	11.09
29	0.51	38.39	0.65	6.85
30	0.51	40.05	0.66	2.36

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.03	0.06	0.0	0.0	0.08	0.04	0.0
2	0.1	0.19	0.03	0.06	0.19	0.08	0.0
3	0.17	0.33	0.1	0.19	0.26	0.11	0.0
4	0.31	0.6	0.17	0.33	0.54	0.24	0.0
5	1.07	2.04	0.31	0.6	3.25	1.43	0.0
6	2.34	4.47	1.07	2.04	6.2	2.74	0.0
7	3.98	7.6	2.34	4.47	9.14	4.04	0.0
8	5.86	11.21	3.98	7.6	12.05	5.32	0.0
9	7.89	15.08	5.86	11.21	14.89	6.57	0.0
10	9.94	19.01	7.89	15.08	17.63	7.78	0.0
11	11.94	22.82	9.94	19.01	20.25	8.94	0.0
12	13.79	26.37	11.94	22.82	22.73	10.04	0.0
13	15.43	29.5	13.79	26.37	25.05	11.06	0.0
14	16.79	32.1	15.43	29.5	27.18	12.0	0.0
15	17.81	34.06	16.79	32.1	29.12	12.86	0.0
16	18.45	35.27	17.81	34.06	30.85	13.62	0.0
17	18.65	35.66	18.45	35.27	32.35	14.28	0.0
18	18.39	35.15	18.65	35.66	33.62	14.84	0.0
19	17.65	33.75	18.39	35.15	33.65	14.86	0.0
20	16.4	31.35	17.65	33.75	34.63	15.29	0.0
21	14.82	28.33	16.4	31.35	30.92	13.65	0.0
22	12.75	24.37	14.82	28.33	30.98	13.68	0.0
23	10.93	20.9	12.75	24.37	22.02	9.72	0.0
24	8.79	16.82	10.93	20.9	21.77	9.61	0.0
25	6.66	12.74	8.79	16.82	18.47	8.15	0.0
26	4.64	8.86	6.66	12.74	15.1	6.66	0.0
27	2.83	5.41	4.64	8.86	11.69	5.16	0.0
28	1.36	2.6	2.83	5.41	8.27	3.65	0.0
29	0.37	0.71	1.36	2.6	4.9	2.16	0.0
30	0.0	0.0	0.37	0.71	1.6	0.71	0.0

Numero di superfici esaminate....(220)

=====

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	14.5	10.9	14.8	5.26
2	15.5	10.1	14.0	4.13
3	16.5	10.9	14.8	3.32
4	17.5	10.1	14.0	2.98
5	18.6	10.9	14.8	2.77
6	19.6	10.1	14.0	2.64
7	20.6	10.9	14.9	2.57
8	21.6	10.1	15.3	2.13
9	22.7	10.9	14.9	2.01
10	23.7	10.1	15.4	1.76
11	24.7	10.9	16.2	1.62
12	25.7	10.1	15.4	1.59
13	26.7	10.9	16.2	1.54
14	27.8	10.1	15.4	1.56
15	28.8	10.9	12.3	1.53
16	29.8	10.1	11.5	1.52
17	30.8	10.9	12.3	1.58
18	31.8	10.1	11.5	1.64
19	32.9	10.9	14.9	1.78
20	33.9	10.1	14.1	1.80
21	13.5	11.8	17.0	4.26
22	14.5	12.6	17.8	3.65
23	15.5	11.8	15.7	3.86
24	16.5	12.6	17.8	3.11
25	17.5	11.8	15.7	2.96
26	18.6	12.6	17.8	2.72
27	19.6	11.8	17.0	2.50
28	20.6	12.6	17.8	2.11
29	21.6	11.8	15.7	2.20
30	22.7	12.6	17.8	1.74
31	23.7	11.8	17.0	1.66
32	24.7	12.6	16.5	1.58
33	25.7	11.8	15.7	1.56
34	26.7	12.6	16.5	1.53
35	27.8	11.8	17.0	1.51
36	28.8	12.6	13.9	1.53
37	29.8	11.8	13.1	1.55
38	30.8	12.6	14.0	1.63
39	31.8	11.8	13.2	1.69
40	32.9	12.6	16.6	1.75
41	33.9	11.8	15.7	1.83
42	13.5	13.4	18.6	4.02
43	14.5	14.3	19.5	3.55
44	15.5	13.4	17.3	3.68
45	16.5	14.3	19.5	3.12
46	17.5	13.4	18.6	2.95
47	18.6	14.3	19.5	2.55
48	19.6	13.4	18.7	2.31
49	20.6	14.3	19.5	1.96
50	21.6	13.4	18.7	1.82
51	22.7	14.3	19.5	1.66
52	23.7	13.4	18.7	1.61

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

53	24.7	14.3	18.2	1.55
54	25.7	13.4	17.4	1.53
55	26.7	14.3	18.2	1.52
56	27.8	13.4	14.8	1.52
57	28.8	14.3	15.6	1.56
58	29.8	13.4	18.7	1.57
59	30.8	14.3	15.6	1.68
60	31.8	13.4	18.7	1.69
61	32.9	14.3	18.2	1.76
62	33.9	13.4	17.3	1.82
63	13.5	15.1	20.3	3.87
64	14.5	15.9	21.1	3.50
65	15.5	15.1	20.3	3.29
66	16.5	15.9	21.1	3.09
67	17.5	15.1	19.0	2.99
68	18.6	15.9	21.1	2.36
69	19.6	15.1	19.0	2.54
70	20.6	15.9	21.1	1.86
71	21.6	15.1	19.0	1.85
72	22.7	15.9	19.8	1.65
73	23.7	15.1	19.0	1.59
74	24.7	15.9	19.8	1.53
75	25.7	15.1	20.3	1.51
76	26.7	15.9	19.8	1.52
77	27.8	15.1	20.3	1.51
78	28.8	15.9	21.2	1.56
79	29.8	15.1	20.3	1.57
80	30.8	15.9	21.2	1.65
81	31.8	15.1	20.3	1.68
82	32.9	15.9	19.9	1.77
83	33.9	15.1	19.0	1.82
84	13.5	16.7	20.6	4.91
85	14.5	17.6	22.8	3.46
86	15.5	16.7	20.6	3.53
87	16.5	17.6	22.8	2.94
88	17.5	16.7	20.6	3.04
89	18.6	17.6	22.8	2.18
90	19.6	16.7	20.6	2.33
91	20.6	17.6	22.8	1.79
92	21.6	16.7	20.6	1.75
93	22.7	17.6	21.5	1.62
94	23.7	16.7	20.7	1.56
95	24.7	17.6	21.5	1.53
96	25.7	16.7	20.7	1.52
97	26.7	17.6	21.5	1.52
98	27.8	16.7	20.7	1.54
99	28.8	17.6	22.8	1.54
100	29.8	16.7	20.7	1.64
101	30.8	17.6	22.8	1.65
102	31.8	16.7	20.7	1.70
103	32.9	17.6	17.5	1.78
104	33.9	16.7	20.6	1.87
105	13.5	18.4	23.6	3.69
106	14.5	19.2	24.4	3.43

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	116 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

107	15.5	18.4	22.3	3.50
108	16.5	19.2	24.4	2.74
109	17.5	18.4	22.3	3.05
110	18.6	19.2	24.4	2.04
111	19.6	18.4	22.3	2.12
112	20.6	19.2	24.4	1.76
113	21.6	18.4	22.3	1.70
114	22.7	19.2	23.1	1.62
115	23.7	18.4	21.0	1.57
116	24.7	19.2	20.5	1.51
117	25.7	18.4	19.7	1.51
118	26.7	19.2	20.5	1.55
119	27.8	18.4	22.3	1.58
120	28.8	19.2	24.5	1.58
121	29.8	18.4	22.3	1.63
122	30.8	19.2	19.3	1.54
123	31.8	18.4	18.5	1.66
124	32.9	19.2	24.4	1.78
125	33.9	18.4	23.6	1.86
126	13.5	20.0	25.0	3.71
127	14.5	20.9	24.7	3.80
128	15.5	20.0	25.3	3.08
129	16.5	20.9	24.8	3.25
130	17.5	20.0	25.3	2.23
131	18.6	20.9	24.8	2.23
132	19.6	20.0	25.3	1.84
133	20.6	20.9	24.8	1.74
134	21.6	20.0	24.0	1.66
135	22.7	20.9	23.5	1.61
136	23.7	20.0	21.3	1.54
137	24.7	20.9	22.2	1.50
138	25.7	20.0	21.4	1.52
139	26.7	20.9	26.1	1.56
140	27.8	20.0	24.0	1.60
141	28.8	20.9	26.1	1.60
142	29.8	20.0	24.0	1.63
143	30.8	20.9	20.9	1.61
144	31.8	20.0	20.1	1.72
145	32.9	20.9	24.7	1.82
146	33.9	20.0	23.8	1.89
147	13.5	21.7	26.4	3.72
148	14.5	22.5	26.3	3.81
149	15.5	21.7	26.9	2.86
150	16.5	22.5	26.4	3.14
151	17.5	21.7	26.9	2.10
152	18.6	22.5	27.8	1.89
153	19.6	21.7	26.9	1.81
154	20.6	22.5	27.8	1.71
155	21.6	21.7	25.6	1.66
156	22.7	22.5	23.8	1.53
157	23.7	21.7	23.0	1.50
158	24.7	22.5	23.8	1.51
159	25.7	21.7	23.0	1.54
160	26.7	22.5	27.8	1.57

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	117 di 211



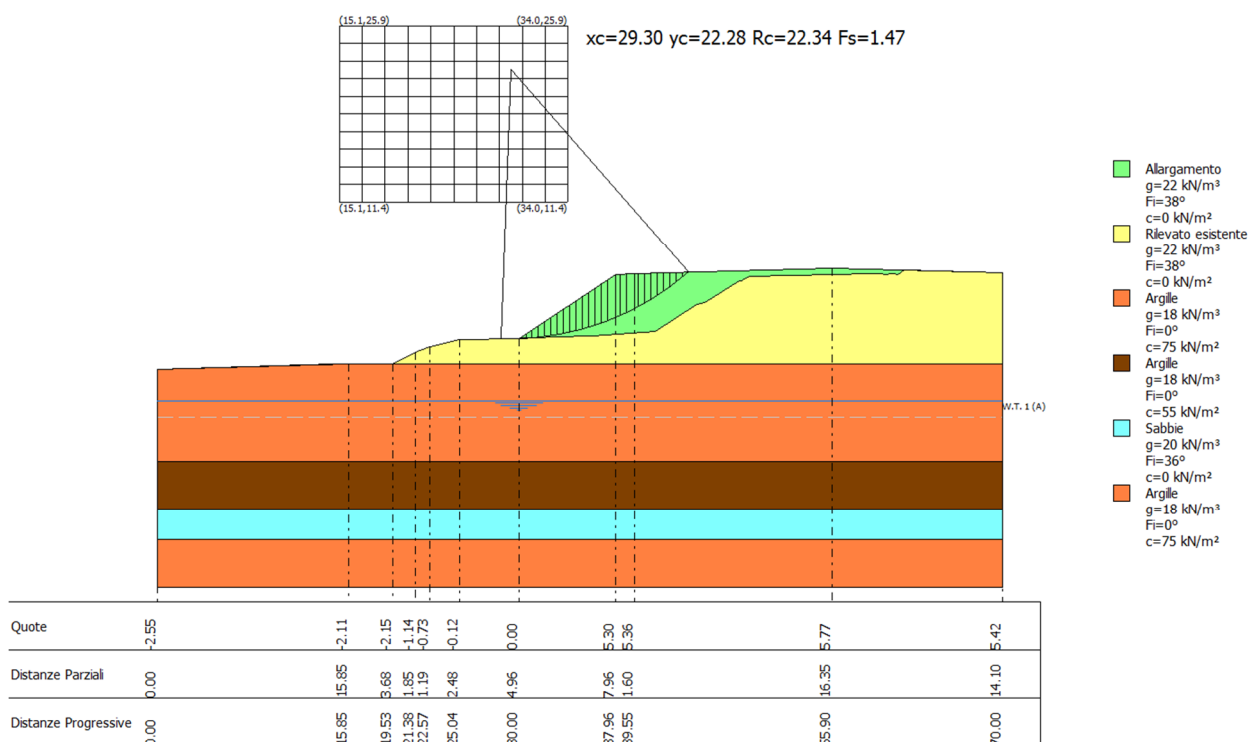
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

161	27.8	21.7	25.6	1.61
162	28.8	22.5	22.6	1.42
163	29.8	21.7	21.8	1.51
164	30.8	22.5	22.6	1.67
165	31.8	21.7	25.6	1.76
166	32.9	22.5	27.7	1.79
167	33.9	21.7	25.4	1.90
168	13.5	23.4	27.9	3.74
169	14.5	24.2	29.1	3.24
170	15.5	23.4	28.6	2.62
171	16.5	24.2	28.1	2.83
172	17.5	23.4	28.6	2.02
173	18.6	24.2	28.1	1.96
174	19.6	23.4	28.6	1.78
175	20.6	24.2	28.1	1.71
176	21.6	23.4	27.3	1.66
177	22.7	24.2	25.5	1.48
178	23.7	23.4	24.7	1.49
179	24.7	24.2	25.5	1.53
180	25.7	23.4	24.7	1.57
181	26.7	24.2	28.1	1.63
182	27.8	23.4	28.6	1.60
183	28.8	24.2	24.2	1.48
184	29.8	23.4	23.4	1.57
185	30.8	24.2	24.2	1.72
186	31.8	23.4	28.6	1.73
187	32.9	24.2	29.3	1.79
188	33.9	23.4	28.5	1.86
189	13.5	25.0	28.2	5.17
190	14.5	25.8	29.3	3.96
191	15.5	25.0	30.2	2.40
192	16.5	25.8	29.7	2.52
193	17.5	25.0	30.2	1.96
194	18.6	25.8	29.7	1.89
195	19.6	25.0	30.2	1.76
196	20.6	25.8	29.7	1.70
197	21.6	25.0	27.6	1.65
198	22.7	25.8	27.1	1.47
199	23.7	25.0	26.3	1.50
200	24.7	25.8	27.1	1.56
201	25.7	25.0	30.3	1.58
202	26.7	25.8	29.8	1.64
203	27.8	25.0	30.3	1.61
204	28.8	25.8	25.9	1.53
205	29.8	25.0	25.1	1.62
206	30.8	25.8	25.8	1.77
207	31.8	25.0	28.8	1.84
208	32.9	25.8	29.6	1.90
209	33.9	25.0	30.1	1.87
210	13.5	26.7	30.9	3.80
211	15.5	26.7	30.4	3.29
212	17.5	26.7	31.9	1.93
213	19.6	26.7	31.9	1.75
214	21.6	26.7	29.3	1.65

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	118 di 211

215	23.7	26.7	28.0	1.52
216	25.7	26.7	31.9	1.61
217	27.8	26.7	31.9	1.63
218	29.8	26.7	31.9	1.68
219	31.8	26.7	30.5	1.84
220	33.9	26.7	30.3	1.99

7.1.6.2.3 Condizione sismica non drenata



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	45.110775/10.863128
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	6.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	119 di 211

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	15.1 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	11.37 m
Ascissa vertice destro superiore xs	34.04 m
Ordinata vertice destro superiore ys	25.92 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.58	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.58	0.3
S.L.V.	1898.0	1.31	2.59	0.32
S.L.C.	2475.0	1.41	2.6	0.32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.955	0.24	0.0478	0.0239
S.L.C.	2.0807	0.24	0.0509	0.0255

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.048  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	19.53	-2.15
4	21.38	-1.14
5	22.57	-0.73
6	25.04	-0.12
7	30.0	0.0

8	30.0	0.0
9	37.96	5.3
10	39.55	5.36
11	55.9	5.77
12	70.0	5.42

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-5.15
2	30.0	-5.15
3	70.0	-5.15

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	15.85	-2.11
3	15.85	-2.11
4	19.53	-2.15
5	21.38	-1.14
6	22.57	-0.73
7	25.04	-0.12
8	30.0	0.0
9	32.86	0.14
10	36.13	0.17
11	41.26	0.58
12	44.68	2.83
13	45.38	3.0
14	48.23	4.79
15	48.4	4.8
16	48.57	4.92
17	49.12	5.16
18	55.9	5.32
19	59.2	5.37
20	59.78	5.38
21	60.41	5.31
22	60.72	5.39
23	60.95	5.38
24	61.34	5.3
25	61.6	5.46
26	61.85	5.62
27	70.0	5.42

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.55
2	14.59	-2.15
3	70.0	-2.15

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.15

2	70.0	-10.15
---	------	--------

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-14.15
2	70.0	-14.15

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-16.65
2	70.0	-16.65

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargamento
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente
3	75	0	0	18	19	Argille
4	55	0	0	18	19	Argille
5	0	0	36	20	21	Sabbie
6	75	0	0	18	19	Argille

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1.47
Ascissa centro superficie	29.3 m
Ordinata centro superficie	22.28 m
Raggio superficie	22.34 m

**xc = 29.301 yc = 22.282 Rc = 22.336 Fs=1.468**  
 Lambda = 0.508

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.52	-1.47	0.52	0.17
2	0.52	-0.14	0.52	0.4
3	0.49	1.16	0.49	0.47
4	0.54	2.49	0.54	2.16
5	0.52	3.85	0.52	5.78

6	0.52	5.18	0.52	9.28
7	0.52	6.52	0.52	12.63
8	0.52	7.86	0.52	15.85
9	0.52	9.2	0.52	18.93
10	0.52	10.55	0.53	21.86
11	0.52	11.91	0.53	24.65
12	0.52	13.27	0.53	27.29
13	0.52	14.64	0.54	29.79
14	0.52	16.02	0.54	32.13
15	0.52	17.4	0.54	34.32
16	0.52	18.8	0.55	36.35
17	0.52	20.21	0.55	38.22
18	0.68	21.86	0.73	52.64
19	0.36	23.3	0.39	27.85
20	0.52	24.53	0.57	38.36
21	0.72	26.29	0.8	49.1
22	0.31	27.78	0.36	19.73
23	0.52	28.99	0.59	30.01
24	0.52	30.52	0.6	26.78
25	0.52	32.08	0.61	23.34
26	0.52	33.66	0.62	19.67
27	0.52	35.27	0.63	15.77
28	0.52	36.92	0.65	11.61
29	0.52	38.6	0.66	7.18
30	0.52	40.32	0.68	2.47

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.05	0.09	0.0	0.0	0.12	0.05	0.0
2	0.15	0.29	0.05	0.09	0.31	0.13	0.0
3	0.26	0.5	0.15	0.29	0.37	0.16	0.0
4	0.71	1.4	0.26	0.5	1.79	0.76	0.0
5	1.81	3.57	0.71	1.4	4.93	2.1	0.0
6	3.41	6.7	1.81	3.57	8.12	3.46	0.0
7	5.34	10.52	3.41	6.7	11.29	4.81	0.0
8	7.5	14.75	5.34	10.52	14.42	6.14	0.0
9	9.75	19.18	7.5	14.75	17.47	7.44	0.0
10	11.99	23.6	9.75	19.18	20.42	8.69	0.0
11	14.13	27.82	11.99	23.6	23.23	9.89	0.0
12	16.09	31.67	14.13	27.82	25.88	11.02	0.0
13	17.79	35.01	16.09	31.67	28.35	12.07	0.0
14	19.16	37.71	17.79	35.01	30.63	13.04	0.0
15	20.14	39.64	19.16	37.71	32.68	13.92	0.0
16	20.69	40.71	20.14	39.64	34.5	14.69	0.0
17	20.75	40.83	20.69	40.71	36.08	15.36	0.0
18	20.03	39.42	20.75	40.83	49.23	20.96	0.0
19	19.3	37.98	20.03	39.42	25.77	10.97	0.0
20	17.87	35.17	19.3	37.98	35.11	14.95	0.0
21	15.31	30.13	17.87	35.17	44.1	18.78	0.0
22	14.04	27.62	15.31	30.13	17.39	7.41	0.0
23	11.8	23.22	14.04	27.62	26.0	11.07	0.0
24	9.48	18.65	11.8	23.22	22.65	9.64	0.0

25	7.17	14.11	9.48	18.65	19.2	8.17	0.0
26	4.98	9.8	7.17	14.11	15.68	6.68	0.0
27	3.04	5.97	4.98	9.8	12.12	5.16	0.0
28	1.46	2.87	3.04	5.97	8.57	3.65	0.0
29	0.4	0.78	1.46	2.87	5.06	2.15	0.0
30	0.0	0.0	0.4	0.78	1.65	0.7	0.0

**Numero di superfici esaminate....(221)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	15.1	11.4	16.6	8.74
2	16.0	12.1	16.0	10.86
3	17.0	11.4	15.3	9.32
4	17.9	12.1	17.3	6.65
5	18.9	11.4	15.3	7.47
6	19.8	12.1	17.3	4.92
7	20.8	11.4	16.6	4.37
8	21.7	12.1	16.0	4.72
9	22.7	11.4	16.6	3.17
10	23.6	12.1	17.3	2.73
11	24.6	11.4	16.6	2.55
12	25.5	12.1	17.3	2.33
13	26.5	11.4	16.6	2.22
14	27.4	12.1	13.4	1.56
15	28.4	11.4	12.7	1.53
16	29.3	12.1	13.4	1.54
17	30.2	11.4	12.7	1.56
18	31.2	12.1	13.5	1.64
19	32.1	11.4	12.7	1.71
20	33.1	12.1	13.5	1.84
21	34.0	11.4	12.7	1.96
22	15.1	12.8	16.7	13.09
23	16.0	13.5	17.4	10.50
24	17.0	12.8	18.0	7.10
25	17.9	13.5	17.4	8.19
26	18.9	12.8	18.0	5.50
27	19.8	13.5	18.8	4.43
28	20.8	12.8	16.7	5.63
29	21.7	13.5	18.8	3.24
30	22.7	12.8	18.1	3.09
31	23.6	13.5	18.8	2.66
32	24.6	12.8	18.1	2.46
33	25.5	13.5	14.9	1.75
34	26.5	12.8	14.1	1.62
35	27.4	13.5	14.9	1.53
36	28.4	12.8	14.2	1.52
37	29.3	13.5	14.9	1.57
38	30.2	12.8	14.2	1.60
39	31.2	13.5	14.9	1.69
40	32.1	12.8	14.2	1.75
41	33.1	13.5	14.9	1.89
42	34.0	12.8	18.1	1.95
43	15.1	14.3	18.2	12.07

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

44	16.0	15.0	18.9	10.00
45	17.0	14.3	19.5	6.98
46	17.9	15.0	20.2	5.83
47	18.9	14.3	19.5	5.01
48	19.8	15.0	20.2	4.07
49	20.8	14.3	19.5	3.61
50	21.7	15.0	20.2	3.05
51	22.7	14.3	19.5	2.82
52	23.6	15.0	20.2	2.55
53	24.6	14.3	19.5	2.40
54	25.5	15.0	16.3	1.60
55	26.5	14.3	15.6	1.55
56	27.4	15.0	16.3	1.52
57	28.4	14.3	15.6	1.54
58	29.3	15.0	16.4	1.60
59	30.2	14.3	15.6	1.64
60	31.2	15.0	16.4	1.74
61	32.1	14.3	15.7	1.80
62	33.1	15.0	20.3	1.91
63	34.0	14.3	19.5	1.94
64	15.1	15.7	20.9	7.96
65	16.0	16.5	21.7	7.42
66	17.0	15.7	21.0	6.71
67	17.9	16.5	21.7	5.29
68	18.9	15.7	21.0	4.64
69	19.8	16.5	21.7	3.66
70	20.8	15.7	21.0	3.33
71	21.7	16.5	21.7	2.91
72	22.7	15.7	21.0	2.81
73	23.6	16.5	17.8	2.09
74	24.6	15.7	17.0	1.73
75	25.5	16.5	17.8	1.54
76	26.5	15.7	17.1	1.52
77	27.4	16.5	17.8	1.54
78	28.4	15.7	17.1	1.56
79	29.3	16.5	17.8	1.63
80	30.2	15.7	17.1	1.68
81	31.2	16.5	17.8	1.78
82	32.1	15.7	17.1	1.85
83	33.1	16.5	21.7	1.94
84	34.0	15.7	20.9	1.93
85	15.1	17.2	22.4	7.88
86	16.0	17.9	23.1	7.17
87	17.0	17.2	22.4	6.22
88	17.9	17.9	23.1	4.89
89	18.9	17.2	22.4	4.16
90	19.8	17.9	23.1	3.55
91	20.8	17.2	22.4	3.15
92	21.7	17.9	21.8	3.27
93	22.7	17.2	21.1	3.03
94	23.6	17.9	19.2	1.74
95	24.6	17.2	18.5	1.59
96	25.5	17.9	19.2	1.51
97	26.5	17.2	18.5	1.52

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	125 di 211



PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

98	27.4	17.9	19.3	1.56
99	28.4	17.2	18.5	1.59
100	29.3	17.9	19.3	1.67
101	30.2	17.2	18.6	1.72
102	31.2	17.9	19.3	1.83
103	32.1	17.2	18.6	1.89
104	33.1	17.9	17.8	1.82
105	34.0	17.2	22.4	1.95
106	15.1	18.6	23.9	7.81
107	16.0	19.4	24.6	6.66
108	17.0	18.6	23.9	5.62
109	17.9	19.4	24.6	4.39
110	18.9	18.6	22.5	5.79
111	19.8	19.4	23.3	4.21
112	20.8	18.6	22.6	3.71
113	21.7	19.4	23.3	3.21
114	22.7	18.6	22.6	2.90
115	23.6	19.4	20.7	1.58
116	24.6	18.6	19.9	1.53
117	25.5	19.4	20.7	1.51
118	26.5	18.6	20.0	1.53
119	27.4	19.4	20.7	1.59
120	28.4	18.6	20.0	1.63
121	29.3	19.4	20.7	1.71
122	30.2	18.6	20.0	1.77
123	31.2	19.4	19.4	1.60
124	32.1	18.6	18.7	1.71
125	33.1	19.4	19.2	1.87
126	34.0	18.6	23.8	1.97
127	15.1	20.1	24.0	10.77
128	16.0	20.8	24.7	9.60
129	17.0	20.1	24.0	8.77
130	17.9	20.8	24.7	6.41
131	18.9	20.1	24.0	5.08
132	19.8	20.8	24.7	3.98
133	20.8	20.1	24.0	3.50
134	21.7	20.8	24.7	3.07
135	22.7	20.1	24.0	2.85
136	23.6	20.8	22.1	1.52
137	24.6	20.1	21.4	1.50
138	25.5	20.8	22.1	1.52
139	26.5	20.1	21.4	1.55
140	27.4	20.8	22.2	1.62
141	28.4	20.1	21.4	1.66
142	29.3	20.8	22.2	1.75
143	30.2	20.1	20.2	1.50
144	31.2	20.8	20.9	1.65
145	32.1	20.1	20.1	1.76
146	33.1	20.8	20.5	1.92
147	34.0	20.1	25.2	1.96
148	15.1	21.6	25.4	10.62
149	16.0	22.3	26.2	9.49
150	17.0	21.6	25.4	8.15
151	17.9	22.3	26.2	5.58

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	126 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

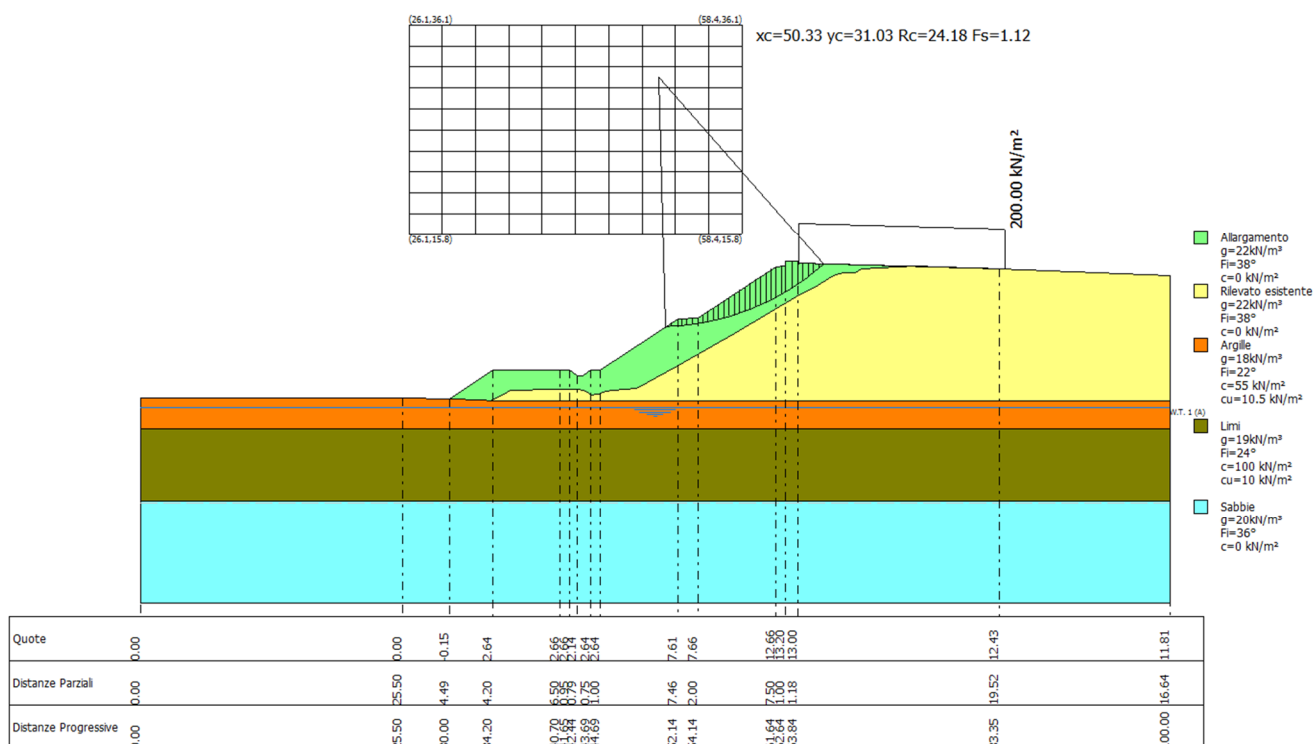
152	18.9	21.6	25.5	4.55
153	19.8	22.3	26.2	3.71
154	20.8	21.6	25.5	3.35
155	21.7	22.3	27.5	2.69
156	22.7	21.6	22.8	1.58
157	23.6	22.3	23.6	1.49
158	24.6	21.6	22.9	1.50
159	25.5	22.3	23.6	1.54
160	26.5	21.6	22.9	1.58
161	27.4	22.3	23.6	1.65
162	28.4	21.6	22.9	1.70
163	29.3	22.3	22.3	1.47
164	30.2	21.6	21.6	1.56
165	31.2	22.3	22.4	1.71
166	32.1	21.6	21.5	1.80
167	33.1	22.3	21.9	1.96
168	34.0	21.6	26.7	2.00
169	15.1	23.0	26.9	10.51
170	16.0	23.7	29.0	4.90
171	17.0	23.0	26.9	7.21
172	17.9	23.7	29.0	3.66
173	18.9	23.0	26.9	4.29
174	19.8	23.7	29.0	3.05
175	20.8	23.0	28.2	2.85
176	21.7	23.7	29.0	2.67
177	22.7	23.0	24.3	1.51
178	23.6	23.7	25.0	1.49
179	24.6	23.0	24.3	1.51
180	25.5	23.7	25.1	1.57
181	26.5	23.0	24.3	1.61
182	27.4	23.7	25.1	1.69
183	28.4	23.0	24.4	1.74
184	29.3	23.7	23.8	1.52
185	30.2	23.0	23.1	1.61
186	31.2	23.7	23.7	1.75
187	32.1	23.0	22.8	1.85
188	33.1	23.7	28.9	2.00
189	34.0	23.0	28.1	2.00
190	15.1	24.5	29.6	5.95
191	16.0	25.2	30.4	4.59
192	17.0	24.5	29.7	4.16
193	17.9	25.2	30.4	3.60
194	18.9	24.5	29.7	3.27
195	19.8	25.2	30.4	3.00
196	20.8	24.5	29.7	2.82
197	21.7	25.2	30.4	2.65
198	22.7	24.5	25.8	1.48
199	23.6	25.2	26.5	1.50
200	24.6	24.5	25.8	1.53
201	25.5	25.2	26.5	1.59
202	26.5	24.5	25.8	1.64
203	27.4	25.2	26.5	1.72
204	28.4	24.5	25.8	1.77
205	29.3	25.2	25.2	1.57

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	127 di 211

206	30.2	24.5	24.5	1.66
207	31.2	25.2	25.1	1.80
208	32.1	24.5	24.2	1.90
209	33.1	25.2	30.3	2.00
210	34.0	24.5	29.6	1.99
211	15.1	25.9	29.6	10.85
212	17.0	25.9	31.1	3.88
213	18.9	25.9	31.1	3.20
214	20.8	25.9	31.1	2.80
215	22.7	25.9	27.2	1.47
216	24.6	25.9	27.2	1.55
217	26.5	25.9	27.2	1.67
218	28.4	25.9	27.3	1.81
219	30.2	25.9	26.0	1.71
220	32.1	25.9	25.6	1.94
221	34.0	25.9	31.0	2.03

7.1.6.3 Sez. 269+006

7.1.6.3.1 Condizione statica



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

=====	
Lat./Long.	45.055366/10.843451
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

**Maglia dei Centri**

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	26.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	15.83 m
Ascissa vertice destro superiore xs	58.41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	36.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
=====	

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	30.0	-0.15
4	34.2	2.64
5	40.7	2.66
6	41.65	2.66
7	42.44	2.14
8	42.94	2.14
9	43.69	2.64
10	44.69	2.64
11	52.14	7.61
12	54.14	7.66
13	61.64	12.66
14	62.66	12.7
15	62.64	13.2
16	63.84	13.15
17	63.84	13.0
18	83.35	12.43
19	100.0	11.81

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	50.0	-1.0
3	100.0	-1.0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	35.58	0.54
8	36.0	0.74
9	40.24	0.75
10	42.53	0.8
11	43.27	0.58
12	43.55	0.42
13	43.76	0.25
14	44.5	0.31
15	45.23	0.63
16	45.95	0.66
17	48.16	0.9
18	52.13	3.03
19	57.66	6.2
20	63.68	9.72
21	65.78	10.83
22	67.24	11.78
23	68.18	12.08
24	69.43	12.07
25	69.96	12.48
26	73.5	12.58
27	73.8	12.62
28	75.08	12.67
29	83.35	12.43
30	100.0	11.81

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	100.0	-0.35

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-3.0
2	100.0	-3.0

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.0
2	100.0	-10.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargamento
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente
3	55	10.5	22	18	19	Argille
4	100	10	24	19	20	Limi
5	0	0	36	20	21	Sabbie

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	63.96	13.02	83.96	12.43761	200

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1.12
Ascissa centro superficie	50.33 m
Ordinata centro superficie	31.03 m
Raggio superficie	24.18 m

**xc = 50.326 yc = 31.03 Rc = 24.18 Fs=1.124**  
 Lambda = 0.471

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.51	2.25	0.51	1.82
2	0.61	3.59	0.61	6.85
3	0.41	4.8	0.41	6.12
4	0.51	5.89	0.51	7.29
5	0.51	7.11	0.52	6.78
6	0.57	8.41	0.57	6.79
7	0.45	9.63	0.46	6.19
8	0.51	10.79	0.52	9.61
9	0.51	12.03	0.52	12.28
10	0.51	13.27	0.53	14.83
11	0.51	14.52	0.53	17.24
12	0.51	15.77	0.53	19.51

13	0.51	17.04	0.53	21.65
14	0.51	18.31	0.54	23.65
15	0.51	19.59	0.54	25.51
16	0.51	20.88	0.55	27.23
17	0.51	22.18	0.55	28.79
18	0.51	23.5	0.56	30.2
19	0.51	24.82	0.56	31.46
20	0.51	26.16	0.57	32.55
21	0.4	27.37	0.45	26.05
22	0.62	28.75	0.71	38.97
23	0.39	30.13	0.45	22.27
24	0.63	31.54	0.74	38.24
25	0.55	33.19	0.66	28.65
26	0.47	34.65	0.57	89.27
27	0.51	36.08	0.63	118.99
28	0.51	37.6	0.65	114.52
29	0.51	39.14	0.66	109.8
30	0.51	40.72	0.67	84.82

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.57	1.21	0.0	0.0	1.3	0.72	0.0
2	2.55	5.42	0.57	1.21	5.12	2.85	0.0
3	4.2	8.92	2.55	5.42	4.75	2.64	0.0
4	6.04	12.83	4.2	8.92	5.82	3.24	0.0
5	7.63	16.21	6.04	12.83	5.57	3.1	0.0
6	9.09	19.32	7.63	16.21	5.72	3.18	0.0
7	10.33	21.94	9.09	19.32	5.32	2.96	0.0
8	12.1	25.7	10.33	21.94	8.41	4.68	0.0
9	14.17	30.11	12.1	25.7	10.9	6.06	0.0
10	16.45	34.95	14.17	30.11	13.32	7.41	0.0
11	18.85	40.05	16.45	34.95	15.64	8.7	0.0
12	21.29	45.24	18.85	40.05	17.84	9.92	0.0
13	23.71	50.38	21.29	45.24	19.9	11.06	0.0
14	26.03	55.32	23.71	50.38	21.8	12.12	0.0
15	28.21	59.95	26.03	55.32	23.54	13.09	0.0
16	30.19	64.16	28.21	59.95	25.09	13.95	0.0
17	31.93	67.85	30.19	64.16	26.44	14.71	0.0
18	33.39	70.95	31.93	67.85	27.6	15.35	0.0
19	34.53	73.37	33.39	70.95	28.53	15.87	0.0
20	35.33	75.07	34.53	73.37	29.24	16.26	0.0
21	35.7	75.86	35.33	75.07	23.16	12.88	0.0
22	35.8	76.09	35.7	75.86	34.18	19.01	0.0
23	35.61	75.68	35.8	76.09	19.22	10.69	0.0
24	34.86	74.07	35.61	75.68	32.39	18.02	0.0
25	33.92	72.08	34.86	74.07	23.67	13.16	0.0
26	30.0	63.75	33.92	72.08	71.92	40.0	0.0
27	23.5	49.93	30.0	63.75	93.28	51.88	0.0
28	15.96	33.91	23.5	49.93	86.94	48.35	0.0
29	7.5	15.93	15.96	33.91	80.37	44.7	0.0
30	0.0	0.0	7.5	15.93	59.57	33.13	0.0

**Numero di superfici esaminate....(221)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	26.1	15.8	18.5	8.01
2	27.7	16.8	19.6	6.95
3	29.3	15.8	18.6	6.33
4	30.9	16.8	19.6	6.49
5	32.5	15.8	23.5	5.24
6	34.2	16.8	19.6	4.78
7	35.8	15.8	23.5	4.09
8	37.4	16.8	19.7	3.50
9	39.0	15.8	18.7	3.26
10	40.6	16.8	19.7	2.85
11	42.2	15.8	13.9	1.54
12	43.9	16.8	14.9	1.49
13	45.5	15.8	16.4	2.16
14	47.1	16.8	15.0	1.50
15	48.7	15.8	14.0	1.59
16	50.3	16.8	14.9	1.54
17	51.9	15.8	13.6	1.58
18	53.6	16.8	14.0	1.46
19	55.2	15.8	10.8	1.44
20	56.8	16.8	11.2	1.34
21	58.4	15.8	11.9	1.64
22	26.1	17.9	20.5	7.99
23	27.7	18.9	21.6	7.28
24	29.3	17.9	25.5	6.46
25	30.9	18.9	24.1	6.23
26	32.5	17.9	25.5	4.88
27	34.2	18.9	21.7	4.21
28	35.8	17.9	20.7	3.76
29	37.4	18.9	21.7	3.24
30	39.0	17.9	20.7	2.99
31	40.6	18.9	21.7	2.60
32	42.2	17.9	15.9	1.56
33	43.9	18.9	17.0	1.47
34	45.5	17.9	20.8	2.01
35	47.1	18.9	17.0	1.46
36	48.7	17.9	16.0	1.57
37	50.3	18.9	16.8	1.37
38	51.9	17.9	15.4	1.41
39	53.6	18.9	13.3	1.26
40	55.2	17.9	14.5	1.44
41	56.8	18.9	12.2	1.20
42	58.4	17.9	11.7	1.35
43	26.1	19.9	22.6	8.05
44	27.7	20.9	28.6	6.87
45	29.3	19.9	27.6	6.33
46	30.9	20.9	28.6	4.99
47	32.5	19.9	27.6	4.56
48	34.2	20.9	23.7	3.94
49	35.8	19.9	27.6	3.58



PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

50	37.4	20.9	23.7	3.00
51	39.0	19.9	22.7	2.76
52	40.6	20.9	18.9	1.71
53	42.2	19.9	17.9	1.55
54	43.9	20.9	19.0	1.44
55	45.5	19.9	22.8	1.83
56	47.1	20.9	21.4	1.59
57	48.7	19.9	18.1	1.36
58	50.3	20.9	18.6	1.30
59	51.9	19.9	14.7	1.29
60	53.6	20.9	15.1	1.19
61	55.2	19.9	13.6	1.19
62	56.8	20.9	14.0	1.22
63	58.4	19.9	15.5	1.60
64	26.1	21.9	24.6	8.13
65	27.7	22.9	30.6	6.66
66	29.3	21.9	27.1	6.67
67	30.9	22.9	30.6	4.72
68	32.5	21.9	24.7	4.62
69	34.2	22.9	25.7	3.84
70	35.8	21.9	22.3	3.24
71	37.4	22.9	25.8	2.78
72	39.0	21.9	29.6	2.49
73	40.6	22.9	20.9	1.67
74	42.2	21.9	20.0	1.51
75	43.9	22.9	21.0	1.41
76	45.5	21.9	20.0	1.41
77	47.1	22.9	18.7	1.31
78	48.7	21.9	20.0	1.28
79	50.3	22.9	18.0	1.20
80	51.9	21.9	16.5	1.19
81	53.6	22.9	16.9	1.18
82	55.2	21.9	15.5	1.20
83	56.8	22.9	18.3	1.50
84	58.4	21.9	17.2	1.61
85	26.1	23.9	31.6	7.25
86	27.7	24.9	32.6	6.09
87	29.3	23.9	29.1	6.28
88	30.9	24.9	32.6	4.37
89	32.5	23.9	26.7	4.37
90	34.2	24.9	32.6	3.33
91	35.8	23.9	24.3	2.93
92	37.4	24.9	32.7	2.52
93	39.0	23.9	26.8	2.42
94	40.6	24.9	23.0	1.59
95	42.2	23.9	22.0	1.46
96	43.9	24.9	23.0	1.39
97	45.5	23.9	22.1	1.33
98	47.1	24.9	20.7	1.35
99	48.7	23.9	19.4	1.23
100	50.3	24.9	19.5	1.15
101	51.9	23.9	18.4	1.16
102	53.6	24.9	20.6	1.33
103	55.2	23.9	19.5	1.41

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	134 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

104	56.8	24.9	19.0	1.45
105	58.4	23.9	17.9	1.55
106	26.1	26.0	33.6	7.20
107	27.7	27.0	34.6	5.56
108	29.3	26.0	33.6	4.90
109	30.9	27.0	34.7	4.07
110	32.5	26.0	33.7	3.83
111	34.2	27.0	27.3	3.12
112	35.8	26.0	26.3	2.67
113	37.4	27.0	34.7	2.38
114	39.0	26.0	26.4	2.23
115	40.6	27.0	25.0	1.51
116	42.2	26.0	24.0	1.41
117	43.9	27.0	25.1	1.31
118	45.5	26.0	24.1	1.24
119	47.1	27.0	24.3	1.18
120	48.7	26.0	20.6	1.18
121	50.3	27.0	22.8	1.21
122	51.9	26.0	21.7	1.27
123	53.6	27.0	21.3	1.28
124	55.2	26.0	20.1	1.36
125	56.8	27.0	19.7	1.41
126	58.4	26.0	18.6	1.53
127	26.1	28.0	35.6	6.55
128	27.7	29.0	36.7	5.18
129	29.3	28.0	35.7	4.55
130	30.9	29.0	36.7	4.00
131	32.5	28.0	35.7	3.36
132	34.2	29.0	36.7	2.75
133	35.8	28.0	28.4	2.53
134	37.4	29.0	29.4	2.20
135	39.0	28.0	30.8	2.03
136	40.6	29.0	27.0	1.45
137	42.2	28.0	26.0	1.40
138	43.9	29.0	29.1	1.48
139	45.5	28.0	25.4	1.17
140	47.1	29.0	25.0	1.15
141	48.7	28.0	23.9	1.17
142	50.3	29.0	23.5	1.17
143	51.9	28.0	22.4	1.22
144	53.6	29.0	22.0	1.24
145	55.2	28.0	20.8	1.32
146	56.8	29.0	24.2	1.64
147	58.4	28.0	23.1	1.76
148	26.1	30.0	37.2	6.23
149	27.7	31.0	38.7	4.85
150	29.3	30.0	37.7	4.29
151	30.9	31.0	38.7	3.46
152	32.5	30.0	37.7	3.25
153	34.2	31.0	31.4	2.74
154	35.8	30.0	30.4	2.28
155	37.4	31.0	31.4	2.06
156	39.0	30.0	32.9	1.92
157	40.6	31.0	31.3	1.58

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	135 di 211

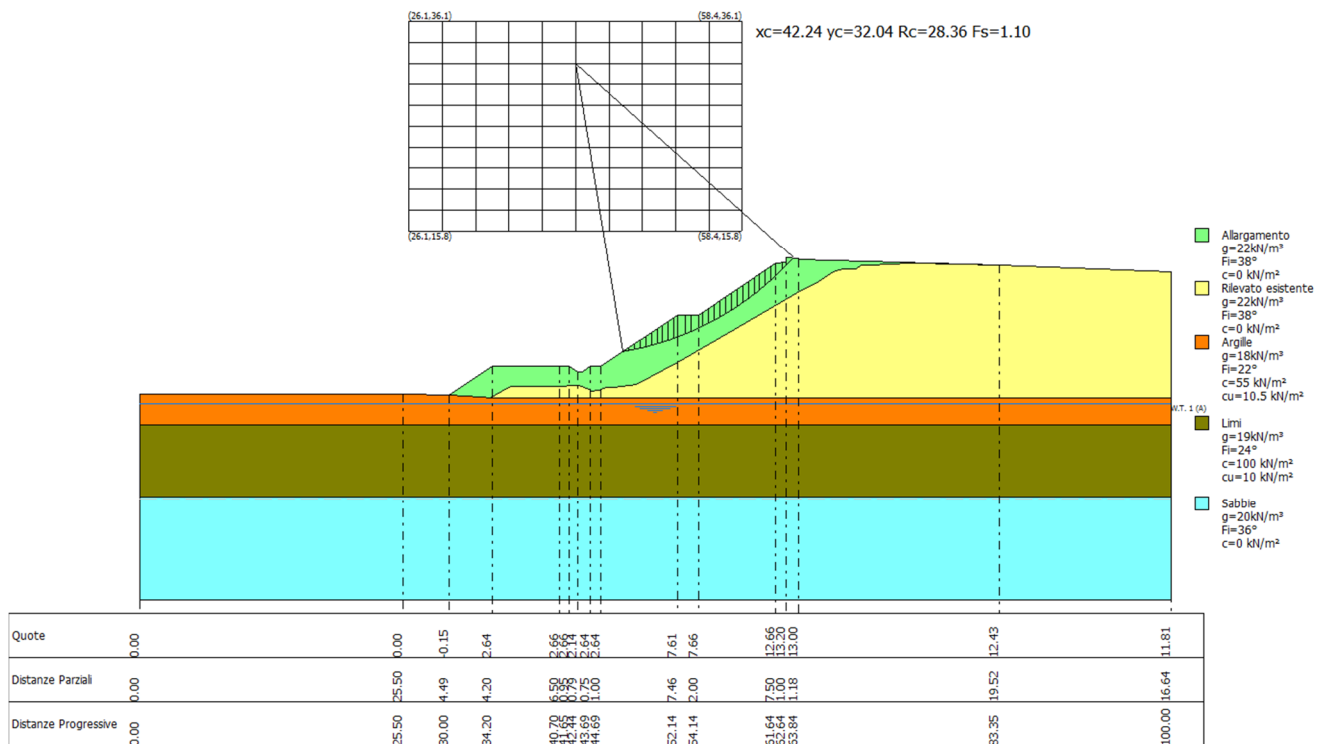
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

158	42.2	30.0	30.2	1.52
159	43.9	31.0	27.2	1.22
160	45.5	30.0	26.1	1.15
161	47.1	31.0	25.7	1.12
162	48.7	30.0	24.6	1.13
163	50.3	31.0	24.2	1.12
164	51.9	30.0	23.1	1.18
165	53.6	31.0	26.4	1.45
166	55.2	30.0	25.3	1.54
167	56.8	31.0	25.1	1.64
168	58.4	30.0	24.2	1.77
169	26.1	32.0	38.8	6.01
170	27.7	33.1	40.6	4.52
171	29.3	32.0	39.7	4.16
172	30.9	33.1	40.7	3.34
173	32.5	32.0	34.8	3.29
174	34.2	33.1	33.4	2.52
175	35.8	32.0	32.4	2.11
176	37.4	33.1	33.4	1.95
177	39.0	32.0	32.4	1.68
178	40.6	33.1	32.2	1.46
179	42.2	32.0	28.4	1.22
180	43.9	33.1	31.0	1.19
181	45.5	32.0	26.8	1.19
182	47.1	33.1	29.8	1.21
183	48.7	32.0	28.7	1.26
184	50.3	33.1	28.5	1.31
185	51.9	32.0	27.4	1.38
186	53.6	33.1	27.3	1.45
187	55.2	32.0	26.2	1.54
188	56.8	33.1	26.1	1.65
189	58.4	32.0	25.6	1.81
190	26.1	34.1	37.8	7.78
191	27.7	35.1	42.1	4.37
192	29.3	34.1	41.7	3.59
193	30.9	35.1	42.8	2.90
194	32.5	34.1	36.8	3.04
195	34.2	35.1	35.4	2.30
196	35.8	34.1	34.4	2.00
197	37.4	35.1	34.4	1.78
198	39.0	34.1	33.3	1.59
199	40.6	35.1	33.2	1.28
200	42.2	34.1	32.1	1.21
201	43.9	35.1	32.0	1.14
202	45.5	34.1	30.9	1.17
203	47.1	35.1	30.7	1.20
204	48.7	34.1	29.6	1.25
205	50.3	35.1	29.5	1.30
206	51.9	34.1	28.4	1.37
207	53.6	35.1	28.3	1.45
208	55.2	34.1	27.2	1.55
209	56.8	35.1	27.2	1.70
210	58.4	34.1	27.1	1.86
211	26.1	36.1	39.5	7.29

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	136 di 211

212	29.3	36.1	43.7	3.42
213	32.5	36.1	41.3	2.78
214	35.8	36.1	35.5	1.88
215	39.0	36.1	34.3	1.43
216	42.2	36.1	33.1	1.13
217	45.5	36.1	31.8	1.16
218	48.7	36.1	30.6	1.24
219	51.9	36.1	29.4	1.37
220	55.2	36.1	28.1	1.58
221	58.4	36.1	28.6	1.93

7.1.6.3.2 Condizione sismica drenata



Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Lat./Long.	45.055366/10.843451
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	26.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	15.83 m
Ascissa vertice destro superiore xs	58.41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	36.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0
=====	

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.51	2.59	0.29
S.L.D.	201.0	0.61	2.59	0.3
S.L.V.	1898.0	1.29	2.62	0.32
S.L.C.	2475.0	1.39	2.62	0.33

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.765	0.2	0.0156	0.0078
S.L.D.	0.915	0.2	0.0187	0.0093
S.L.V.	1.9262	0.24	0.0471	0.0236
S.L.C.	2.0533	0.24	0.0503	0.0251

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.047
Coefficiente azione sismica verticale	0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	30.0	-0.15
4	34.2	2.64
5	40.7	2.66

6	41.65	2.66
7	42.44	2.14
8	42.94	2.14
9	43.69	2.64
10	44.69	2.64
11	52.14	7.61
12	54.14	7.66
13	61.64	12.66
14	62.66	12.7
15	62.64	13.2
16	63.84	13.15
17	63.84	13.0
18	83.35	12.43
19	100.0	11.81

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	50.0	-1.0
3	100.0	-1.0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	35.58	0.54
8	36.0	0.74
9	40.24	0.75
10	42.53	0.8
11	43.27	0.58
12	43.55	0.42
13	43.76	0.25
14	44.5	0.31
15	45.23	0.63
16	45.95	0.66
17	48.16	0.9
18	52.13	3.03
19	57.66	6.2
20	63.68	9.72
21	65.78	10.83
22	67.24	11.78
23	68.18	12.08
24	69.43	12.07
25	69.96	12.48
26	73.5	12.58
27	73.8	12.62
28	75.08	12.67

29	83.35	12.43
30	100.0	11.81

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	100.0	-0.35

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-3.0
2	100.0	-3.0

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.0
2	100.0	-10.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

=====Tangente angolo di resistenza al  
 taglio 1.25  
 Coesione efficace 1.25  
 Coesione non drenata 1.4  
 Riduzione parametri geotecnici terreno Si  
 =====

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	38	22	23	Allargamento	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	55	10.5	22	18	19	Argille	
4	100	10	24	19	20	Limi	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

=====

Fs minimo individuato 1.1  
 Ascissa centro superficie 42.24 m  
 Ordinata centro superficie 32.04 m  
 Raggio superficie 28.36 m  
 =====

**xc = 42.241 yc = 32.043 Rc = 28.363 Fs=1.102**  
 Lambda = 0.573

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.55	9.83	0.56	1.68
2	0.55	10.97	0.56	4.93
3	0.55	12.11	0.57	8.05
4	0.55	13.26	0.57	11.03
5	0.55	14.41	0.57	13.86
6	0.55	15.56	0.57	16.55
7	0.55	16.73	0.58	19.09
8	0.55	17.9	0.58	21.48
9	0.55	19.08	0.59	23.72
10	0.36	20.05	0.38	16.45
11	0.75	21.25	0.8	33.13
12	0.55	22.67	0.6	21.48
13	0.7	24.04	0.76	23.16
14	0.41	25.27	0.45	12.62
15	0.55	26.36	0.62	18.13
16	0.55	27.61	0.62	19.19
17	0.55	28.88	0.63	20.06
18	0.55	30.16	0.64	20.74
19	0.55	31.47	0.65	21.21
20	0.55	32.78	0.66	21.47
21	0.55	34.13	0.67	21.51
22	0.55	35.49	0.68	21.32
23	0.55	36.87	0.69	20.89
24	0.55	38.28	0.71	20.2
25	0.55	39.72	0.72	19.23
26	0.55	41.19	0.74	17.98
27	0.45	42.55	0.61	13.39
28	0.66	44.09	0.92	14.55
29	0.36	45.53	0.51	4.07
30	0.75	47.16	1.1	7.06

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.39	0.68	0.0	0.0	1.41	0.8	0.0
2	1.43	2.5	0.39	0.68	4.24	2.4	0.0
3	2.98	5.2	1.43	2.5	7.03	3.99	0.0
4	4.9	8.55	2.98	5.2	9.77	5.54	0.0
5	7.07	12.33	4.9	8.55	12.43	7.05	0.0
6	9.37	16.35	7.07	12.33	14.97	8.5	0.0
7	11.72	20.44	9.37	16.35	17.4	9.87	0.0
8	14.02	24.45	11.72	20.44	19.67	11.16	0.0
9	16.18	28.23	14.02	24.45	21.78	12.36	0.0
10	17.48	30.5	16.18	28.23	15.11	8.57	0.0
11	19.61	34.21	17.48	30.5	30.42	17.26	0.0
12	20.63	35.99	19.61	34.21	19.65	11.15	0.0
13	21.36	37.26	20.63	35.99	21.07	11.95	0.0
14	21.58	37.66	21.36	37.26	11.39	6.46	0.0
15	21.7	37.85	21.58	37.66	16.24	9.21	0.0
16	21.56	37.62	21.7	37.85	17.0	9.65	0.0
17	21.16	36.91	21.56	37.62	17.55	9.95	0.0



18	20.48	35.73	21.16	36.91	17.86	10.13	0.0
19	19.51	34.04	20.48	35.73	17.95	10.18	0.0
20	18.27	31.86	19.51	34.04	17.81	10.1	0.0
21	16.75	29.22	18.27	31.86	17.44	9.89	0.0
22	14.98	26.13	16.75	29.22	16.85	9.56	0.0
23	12.99	22.66	14.98	26.13	16.03	9.09	0.0
24	10.82	18.88	12.99	22.66	15.0	8.51	0.0
25	8.52	14.86	10.82	18.88	13.77	7.81	0.0
26	6.14	10.71	8.52	14.86	12.36	7.01	0.0
27	4.22	7.36	6.14	10.71	8.83	5.01	0.0
28	1.95	3.41	4.22	7.36	9.1	5.16	0.0
29	1.27	2.22	1.95	3.41	2.41	1.37	0.0
30	0.0	0.0	1.27	2.22	3.91	2.22	0.0

Numero di superfici esaminate....(221)

Fs	N°	Xo	Yo	Ro
6.24	1	26.1	15.8	18.5
2	27.7	16.8	19.6	5.49
3	29.3	15.8	18.6	5.05
4	30.9	16.8	19.6	5.10
5	32.5	15.8	23.5	4.27
6	34.2	16.8	19.6	3.91
7	35.8	15.8	18.6	3.45
8	37.4	16.8	19.7	2.96
9	39.0	15.8	18.7	2.78
10	40.6	16.8	19.7	2.47
11	42.2	15.8	13.9	1.39
12	43.9	16.8	14.9	1.34
13	45.5	15.8	16.4	1.94
14	47.1	16.8	15.0	1.36
15	48.7	15.8	14.0	1.45
16	50.3	16.8	14.9	1.53
17	51.9	15.8	13.6	1.65
18	53.6	16.8	14.0	1.79
19	55.2	15.8	10.8	1.73
20	56.8	16.8	11.2	1.87
21	58.4	15.8	11.9	2.50
22	26.1	17.9	20.5	6.20
23	27.7	18.9	21.6	5.65
24	29.3	17.9	25.5	5.04
25	30.9	18.9	24.1	4.96
26	32.5	17.9	25.5	4.01
27	34.2	18.9	21.7	3.49
28	35.8	17.9	20.7	3.16
29	37.4	18.9	21.7	2.77
30	39.0	17.9	20.7	2.57
31	40.6	18.9	21.7	2.27
32	42.2	17.9	15.9	1.40
33	43.9	18.9	17.0	1.33
34	45.5	17.9	18.4	1.87
35	47.1	18.9	17.0	1.33

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

36	48.7	17.9	16.0	1.42
37	50.3	18.9	14.3	1.32
38	51.9	17.9	12.9	1.39
39	53.6	18.9	13.3	1.47
40	55.2	17.9	14.5	1.95
41	56.8	18.9	12.2	1.69
42	58.4	17.9	11.7	2.05
43	26.1	19.9	22.6	6.20
44	27.7	20.9	28.6	5.26
45	29.3	19.9	27.6	4.93
46	30.9	20.9	28.6	4.05
47	32.5	19.9	27.6	3.77
48	34.2	20.9	23.7	3.30
49	35.8	19.9	22.7	3.06
50	37.4	20.9	21.3	2.56
51	39.0	19.9	22.7	2.39
52	40.6	20.9	18.9	1.52
53	42.2	19.9	17.9	1.39
54	43.9	20.9	19.0	1.30
55	45.5	19.9	20.4	1.83
56	47.1	20.9	21.4	1.77
57	48.7	19.9	15.7	1.26
58	50.3	20.9	16.2	1.31
59	51.9	19.9	14.7	1.37
60	53.6	20.9	15.1	1.48
61	55.2	19.9	13.6	1.58
62	56.8	20.9	14.0	1.72
63	58.4	19.9	15.5	2.41
64	26.1	21.9	24.6	6.22
65	27.7	22.9	30.6	5.09
66	29.3	21.9	27.1	5.23
67	30.9	22.9	30.6	3.87
68	32.5	21.9	24.7	3.79
69	34.2	22.9	25.7	3.21
70	35.8	21.9	22.3	2.67
71	37.4	22.9	23.3	2.39
72	39.0	21.9	24.8	2.24
73	40.6	22.9	20.9	1.48
74	42.2	21.9	20.0	1.35
75	43.9	22.9	21.0	1.27
76	45.5	21.9	20.0	1.28
77	47.1	22.9	18.7	1.19
78	48.7	21.9	17.6	1.25
79	50.3	22.9	18.0	1.32
80	51.9	21.9	16.5	1.40
81	53.6	22.9	16.9	1.51
82	55.2	21.9	15.5	1.61
83	56.8	22.9	18.3	2.13
84	58.4	21.9	17.2	2.39
85	26.1	23.9	31.6	5.44
86	27.7	24.9	32.6	4.72
87	29.3	23.9	29.1	4.98
88	30.9	24.9	32.6	3.61
89	32.5	23.9	26.7	3.60

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	143 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

90	34.2	24.9	25.3	2.89
91	35.8	23.9	24.3	2.46
92	37.4	24.9	25.3	2.22
93	39.0	23.9	24.4	2.12
94	40.6	24.9	23.0	1.42
95	42.2	23.9	22.0	1.31
96	43.9	24.9	23.0	1.26
97	45.5	23.9	22.1	1.29
98	47.1	24.9	20.7	1.20
99	48.7	23.9	19.4	1.26
100	50.3	24.9	19.5	1.32
101	51.9	23.9	18.4	1.42
102	53.6	24.9	20.6	1.75
103	55.2	23.9	19.5	1.92
104	56.8	24.9	19.0	2.03
105	58.4	23.9	17.9	2.26
106	26.1	26.0	33.6	5.40
107	27.7	27.0	34.6	4.39
108	29.3	26.0	33.6	3.97
109	30.9	27.0	34.7	3.39
110	32.5	26.0	33.7	3.22
111	34.2	27.0	27.3	2.60
112	35.8	26.0	26.3	2.26
113	37.4	27.0	27.4	2.06
114	39.0	26.0	26.4	1.95
115	40.6	27.0	25.0	1.35
116	42.2	26.0	24.0	1.27
117	43.9	27.0	25.1	1.27
118	45.5	26.0	21.7	1.15
119	47.1	27.0	21.8	1.15
120	48.7	26.0	20.6	1.23
121	50.3	27.0	22.8	1.48
122	51.9	26.0	21.7	1.60
123	53.6	27.0	21.3	1.67
124	55.2	26.0	20.1	1.83
125	56.8	27.0	19.7	1.90
126	58.4	26.0	18.6	2.17
127	26.1	28.0	35.6	5.00
128	27.7	29.0	36.7	4.14
129	29.3	28.0	35.7	3.72
130	30.9	29.0	36.7	3.32
131	32.5	28.0	35.7	3.03
132	34.2	29.0	29.3	2.37
133	35.8	28.0	28.4	2.16
134	37.4	29.0	29.4	1.92
135	39.0	28.0	28.4	1.86
136	40.6	29.0	27.0	1.30
137	42.2	28.0	26.0	1.26
138	43.9	29.0	29.1	1.68
139	45.5	28.0	25.4	1.26
140	47.1	29.0	25.0	1.29
141	48.7	28.0	23.9	1.38
142	50.3	29.0	23.5	1.42
143	51.9	28.0	22.4	1.53

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	144 di 211

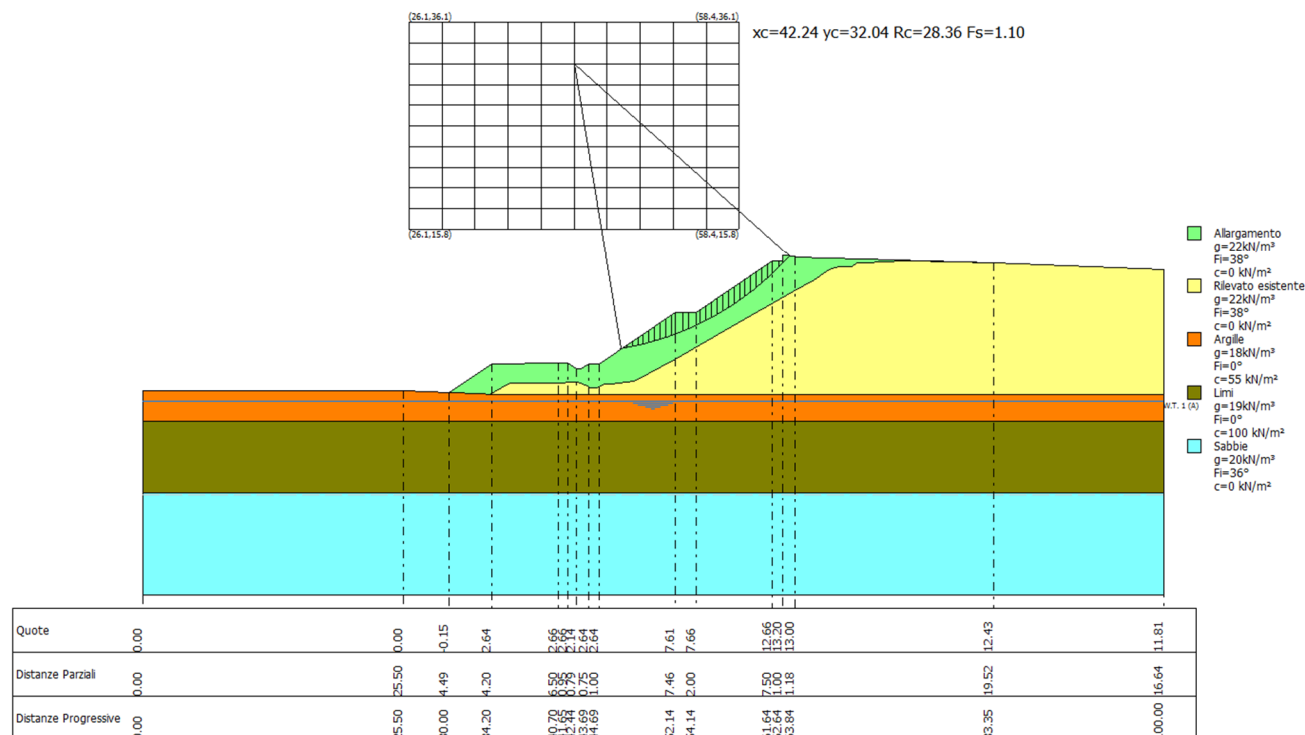
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

144	53.6	29.0	22.0	1.57
145	55.2	28.0	20.8	1.72
146	56.8	29.0	24.2	2.25
147	58.4	28.0	30.6	2.38
148	26.1	30.0	37.2	4.82
149	27.7	31.0	38.7	3.92
150	29.3	30.0	37.7	3.54
151	30.9	31.0	38.7	3.14
152	32.5	30.0	32.8	2.96
153	34.2	31.0	31.4	2.32
154	35.8	30.0	30.4	1.96
155	37.4	31.0	31.4	1.80
156	39.0	30.0	30.4	1.80
157	40.6	31.0	31.3	1.66
158	42.2	30.0	30.2	1.67
159	43.9	31.0	27.2	1.15
160	45.5	30.0	26.1	1.21
161	47.1	31.0	25.7	1.23
162	48.7	30.0	24.6	1.31
163	50.3	31.0	24.2	1.32
164	51.9	30.0	23.1	1.43
165	53.6	31.0	26.4	1.88
166	55.2	30.0	25.3	2.05
167	56.8	31.0	25.1	2.21
168	58.4	30.0	32.2	2.41
169	26.1	32.0	38.8	4.69
170	27.7	33.1	40.6	3.68
171	29.3	32.0	39.7	3.46
172	30.9	33.1	35.8	3.22
173	32.5	32.0	34.8	2.81
174	34.2	33.1	33.4	2.16
175	35.8	32.0	32.4	1.84
176	37.4	33.1	33.4	1.73
177	39.0	32.0	32.4	1.66
178	40.6	33.1	32.2	1.53
179	42.2	32.0	28.4	1.10
180	43.9	33.1	31.0	1.33
181	45.5	32.0	26.8	1.15
182	47.1	33.1	29.8	1.43
183	48.7	32.0	28.7	1.52
184	50.3	33.1	28.5	1.61
185	51.9	32.0	27.4	1.73
186	53.6	33.1	27.3	1.84
187	55.2	32.0	26.2	2.01
188	56.8	33.1	26.1	2.16
189	58.4	32.0	33.9	2.45
190	26.1	34.1	37.8	5.96
191	27.7	35.1	42.1	3.58
192	29.3	34.1	41.7	3.27
193	30.9	35.1	42.8	2.95
194	32.5	34.1	36.8	2.61
195	34.2	35.1	35.4	1.99
196	35.8	34.1	34.4	1.75
197	37.4	35.1	34.4	1.57

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	145 di 211

198	39.0	34.1	33.3	1.54
199	40.6	35.1	33.2	1.32
200	42.2	34.1	32.1	1.31
201	43.9	35.1	32.0	1.26
202	45.5	34.1	30.9	1.34
203	47.1	35.1	30.7	1.40
204	48.7	34.1	29.6	1.50
205	50.3	35.1	29.5	1.58
206	51.9	34.1	28.4	1.70
207	53.6	35.1	28.3	1.80
208	55.2	34.1	27.2	1.97
209	56.8	35.1	27.2	2.16
210	58.4	34.1	27.1	2.47
211	26.1	36.1	39.5	5.64
212	29.3	36.1	43.7	3.30
213	32.5	36.1	36.4	2.45
214	35.8	36.1	35.5	1.65
215	39.0	36.1	34.3	1.34
216	42.2	36.1	33.1	1.20
217	45.5	36.1	31.8	1.31
218	48.7	36.1	30.6	1.47
219	51.9	36.1	29.4	1.66
220	55.2	36.1	28.1	1.94
221	58.4	36.1	28.6	2.51

7.1.6.3.3 Condizione sismica non drenata



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

=====

Lat./Long.	45.055366/10.843451
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

=====

**Maglia dei Centri**

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	26.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	15.83 m
Ascissa vertice destro superiore xs	58.41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	36.1 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

=====

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	100.0 [anni]
Vita di riferimento:	200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.51	2.59	0.29
S.L.D.	201.0	0.61	2.59	0.3
S.L.V.	1898.0	1.29	2.62	0.32
S.L.C.	2475.0	1.39	2.62	0.33

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.765	0.2	0.0156	0.0078
S.L.D.	0.915	0.2	0.0187	0.0093
S.L.V.	1.9262	0.24	0.0471	0.0236

S.L.C.	2.0533	0.24	0.0503	0.0251
--------	--------	------	--------	--------

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.047  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.024

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	30.0	-0.15
4	34.2	2.64
5	40.7	2.66
6	41.65	2.66
7	42.44	2.14
8	42.94	2.14
9	43.69	2.64
10	44.69	2.64
11	52.14	7.61
12	54.14	7.66
13	61.64	12.66
14	62.66	12.7
15	62.64	13.2
16	63.84	13.15
17	63.84	13.0
18	83.35	12.43
19	100.0	11.81

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	50.0	-1.0
3	100.0	-1.0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	35.58	0.54
8	36.0	0.74
9	40.24	0.75
10	42.53	0.8
11	43.27	0.58
12	43.55	0.42
13	43.76	0.25
14	44.5	0.31
15	45.23	0.63

16	45.95	0.66
17	48.16	0.9
18	52.13	3.03
19	57.66	6.2
20	63.68	9.72
21	65.78	10.83
22	67.24	11.78
23	68.18	12.08
24	69.43	12.07
25	69.96	12.48
26	73.5	12.58
27	73.8	12.62
28	75.08	12.67
29	83.35	12.43
30	100.0	11.81

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	25.5	0.0
3	25.5	0.0
4	30.0	-0.15
5	33.06	-0.27
6	34.0	-0.35
7	100.0	-0.35

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-3.0
2	100.0	-3.0

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-10.0
2	100.0	-10.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargamento
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente



3	55	0	0	18	19	Argille	
4	100	0	0	19	20	Limi	
5	0	0	36	20	21	Sabbie	

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

=====

Fs minimo individuato	1.1
Ascissa centro superficie	42.24 m
Ordinata centro superficie	32.04 m
Raggio superficie	28.36 m

=====

**xc = 42.241 yc = 32.043 Rc = 28.363 Fs=1.102**  
 Lambda = 0.573

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.55	9.83	0.56	1.68
2	0.55	10.97	0.56	4.93
3	0.55	12.11	0.57	8.05
4	0.55	13.26	0.57	11.03
5	0.55	14.41	0.57	13.86
6	0.55	15.56	0.57	16.55
7	0.55	16.73	0.58	19.09
8	0.55	17.9	0.58	21.48
9	0.55	19.08	0.59	23.72
10	0.36	20.05	0.38	16.45
11	0.75	21.25	0.8	33.13
12	0.55	22.67	0.6	21.48
13	0.7	24.04	0.76	23.16
14	0.41	25.27	0.45	12.62
15	0.55	26.36	0.62	18.13
16	0.55	27.61	0.62	19.19
17	0.55	28.88	0.63	20.06
18	0.55	30.16	0.64	20.74
19	0.55	31.47	0.65	21.21
20	0.55	32.78	0.66	21.47
21	0.55	34.13	0.67	21.51
22	0.55	35.49	0.68	21.32
23	0.55	36.87	0.69	20.89
24	0.55	38.28	0.71	20.2
25	0.55	39.72	0.72	19.23
26	0.55	41.19	0.74	17.98
27	0.45	42.55	0.61	13.39
28	0.66	44.09	0.92	14.55
29	0.36	45.53	0.51	4.07
30	0.75	47.16	1.1	7.06

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.39	0.68	0.0	0.0	1.41	0.8	0.0



Elaborato	Data	Agg.	Pag.
LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	150 di 211

2	1.43	2.5	0.39	0.68	4.24	2.4	0.0
3	2.98	5.2	1.43	2.5	7.03	3.99	0.0
4	4.9	8.55	2.98	5.2	9.77	5.54	0.0
5	7.07	12.33	4.9	8.55	12.43	7.05	0.0
6	9.37	16.35	7.07	12.33	14.97	8.5	0.0
7	11.72	20.44	9.37	16.35	17.4	9.87	0.0
8	14.02	24.45	11.72	20.44	19.67	11.16	0.0
9	16.18	28.23	14.02	24.45	21.78	12.36	0.0
10	17.48	30.5	16.18	28.23	15.11	8.57	0.0
11	19.61	34.21	17.48	30.5	30.42	17.26	0.0
12	20.63	35.99	19.61	34.21	19.65	11.15	0.0
13	21.36	37.26	20.63	35.99	21.07	11.95	0.0
14	21.58	37.66	21.36	37.26	11.39	6.46	0.0
15	21.7	37.85	21.58	37.66	16.24	9.21	0.0
16	21.56	37.62	21.7	37.85	17.0	9.65	0.0
17	21.16	36.91	21.56	37.62	17.55	9.95	0.0
18	20.48	35.73	21.16	36.91	17.86	10.13	0.0
19	19.51	34.04	20.48	35.73	17.95	10.18	0.0
20	18.27	31.86	19.51	34.04	17.81	10.1	0.0
21	16.75	29.22	18.27	31.86	17.44	9.89	0.0
22	14.98	26.13	16.75	29.22	16.85	9.56	0.0
23	12.99	22.66	14.98	26.13	16.03	9.09	0.0
24	10.82	18.88	12.99	22.66	15.0	8.51	0.0
25	8.52	14.86	10.82	18.88	13.77	7.81	0.0
26	6.14	10.71	8.52	14.86	12.36	7.01	0.0
27	4.22	7.36	6.14	10.71	8.83	5.01	0.0
28	1.95	3.41	4.22	7.36	9.1	5.16	0.0
29	1.27	2.22	1.95	3.41	2.41	1.37	0.0
30	0.0	0.0	1.27	2.22	3.91	2.22	0.0

Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	26.1	15.8	18.5	5.02
2	27.7	16.8	19.6	4.29
3	29.3	15.8	18.6	3.85
4	30.9	16.8	19.6	3.76
5	32.5	15.8	23.5	2.98
6	34.2	16.8	19.6	2.83
7	35.8	15.8	23.5	2.30
8	37.4	16.8	19.7	2.10
9	39.0	15.8	23.5	1.91
10	40.6	16.8	19.7	1.69
11	42.2	15.8	13.9	1.39
12	43.9	16.8	14.9	1.34
13	45.5	15.8	18.8	1.58
14	47.1	16.8	15.0	1.36
15	48.7	15.8	18.8	1.33
16	50.3	16.8	19.8	1.31
17	51.9	15.8	18.5	1.27
18	53.6	16.8	19.2	1.36
19	55.2	15.8	18.4	1.32

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

20	56.8	16.8	19.1	1.37
21	58.4	15.8	21.3	1.54
22	26.1	17.9	20.5	4.96
23	27.7	18.9	21.6	4.43
24	29.3	17.9	25.5	3.60
25	30.9	18.9	24.1	3.73
26	32.5	17.9	25.5	2.78
27	34.2	18.9	21.7	2.57
28	35.8	17.9	25.6	2.16
29	37.4	18.9	21.7	1.96
30	39.0	17.9	25.6	1.80
31	40.6	18.9	21.7	1.54
32	42.2	17.9	15.9	1.40
33	43.9	18.9	17.0	1.33
34	45.5	17.9	20.8	1.39
35	47.1	18.9	17.0	1.33
36	48.7	17.9	20.8	1.36
37	50.3	18.9	21.7	1.29
38	51.9	17.9	20.4	1.26
39	53.6	18.9	21.1	1.30
40	55.2	17.9	19.9	1.41
41	56.8	18.9	23.4	1.47
42	58.4	17.9	22.6	1.58
43	26.1	19.9	27.5	4.75
44	27.7	20.9	28.6	3.80
45	29.3	19.9	27.6	3.61
46	30.9	20.9	28.6	2.87
47	32.5	19.9	27.6	2.64
48	34.2	20.9	23.7	2.43
49	35.8	19.9	27.6	2.09
50	37.4	20.9	23.7	1.86
51	39.0	19.9	22.7	1.67
52	40.6	20.9	18.9	1.52
53	42.2	19.9	17.9	1.39
54	43.9	20.9	19.0	1.30
55	45.5	19.9	22.8	1.35
56	47.1	20.9	23.8	1.38
57	48.7	19.9	15.7	1.26
58	50.3	20.9	16.2	1.31
59	51.9	19.9	22.4	1.28
60	53.6	20.9	23.1	1.33
61	55.2	19.9	21.8	1.33
62	56.8	20.9	25.4	1.43
63	58.4	19.9	24.2	1.48
64	26.1	21.9	24.6	4.92
65	27.7	22.9	30.6	3.75
66	29.3	21.9	27.1	3.96
67	30.9	22.9	30.6	2.74
68	32.5	21.9	24.7	2.82
69	34.2	22.9	25.7	2.39
70	35.8	21.9	24.7	2.08
71	37.4	22.9	25.8	1.77
72	39.0	21.9	24.8	1.60
73	40.6	22.9	25.8	1.46

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	152 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

74	42.2	21.9	20.0	1.35
75	43.9	22.9	21.0	1.27
76	45.5	21.9	20.0	1.28
77	47.1	22.9	18.7	1.19
78	48.7	21.9	17.6	1.25
79	50.3	22.9	18.0	1.32
80	51.9	21.9	24.3	1.32
81	53.6	22.9	25.0	1.36
82	55.2	21.9	23.8	1.38
83	56.8	22.9	30.1	1.48
84	58.4	21.9	26.1	1.53
85	26.1	23.9	31.6	3.94
86	27.7	24.9	32.6	3.48
87	29.3	23.9	29.1	3.80
88	30.9	24.9	32.6	2.53
89	32.5	23.9	26.7	2.72
90	34.2	24.9	32.6	2.04
91	35.8	23.9	26.7	1.96
92	37.4	24.9	27.8	1.68
93	39.0	23.9	26.8	1.52
94	40.6	24.9	23.0	1.42
95	42.2	23.9	22.0	1.31
96	43.9	24.9	23.0	1.26
97	45.5	23.9	22.1	1.29
98	47.1	24.9	20.7	1.20
99	48.7	23.9	19.4	1.26
100	50.3	24.9	19.5	1.32
101	51.9	23.9	26.2	1.37
102	53.6	24.9	32.2	1.47
103	55.2	23.9	25.3	1.47
104	56.8	24.9	28.7	1.42
105	58.4	23.9	27.6	1.43
106	26.1	26.0	33.6	4.01
107	27.7	27.0	34.6	3.16
108	29.3	26.0	33.6	2.81
109	30.9	27.0	34.7	2.40
110	32.5	26.0	33.7	2.28
111	34.2	27.0	29.8	2.11
112	35.8	26.0	28.8	1.87
113	37.4	27.0	29.8	1.61
114	39.0	26.0	28.8	1.53
115	40.6	27.0	25.0	1.35
116	42.2	26.0	24.0	1.27
117	43.9	27.0	25.1	1.27
118	45.5	26.0	21.7	1.15
119	47.1	27.0	21.8	1.15
120	48.7	26.0	20.6	1.23
121	50.3	27.0	34.3	1.37
122	51.9	26.0	33.2	1.40
123	53.6	27.0	30.8	1.41
124	55.2	26.0	29.7	1.40
125	56.8	27.0	30.2	1.36
126	58.4	26.0	29.1	1.38
127	26.1	28.0	35.6	3.69

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	153 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

128	27.7	29.0	36.7	3.02
129	29.3	28.0	35.7	2.68
130	30.9	29.0	36.7	2.41
131	32.5	28.0	35.7	2.12
132	34.2	29.0	36.7	1.92
133	35.8	28.0	30.8	1.77
134	37.4	29.0	31.8	1.60
135	39.0	28.0	30.8	1.50
136	40.6	29.0	27.0	1.30
137	42.2	28.0	26.0	1.26
138	43.9	29.0	31.6	1.32
139	45.5	28.0	25.4	1.26
140	47.1	29.0	25.0	1.29
141	48.7	28.0	35.3	1.34
142	50.3	29.0	36.0	1.37
143	51.9	28.0	31.8	1.45
144	53.6	29.0	32.3	1.42
145	55.2	28.0	31.2	1.38
146	56.8	29.0	31.7	1.33
147	58.4	28.0	30.6	1.37
148	26.1	30.0	37.2	3.55
149	27.7	31.0	38.7	2.85
150	29.3	30.0	37.7	2.52
151	30.9	31.0	38.7	2.21
152	32.5	30.0	37.7	2.26
153	34.2	31.0	33.8	1.90
154	35.8	30.0	32.8	1.70
155	37.4	31.0	33.9	1.58
156	39.0	30.0	32.9	1.49
157	40.6	31.0	33.7	1.44
158	42.2	30.0	32.7	1.37
159	43.9	31.0	27.2	1.15
160	45.5	30.0	26.1	1.21
161	47.1	31.0	25.7	1.23
162	48.7	30.0	24.6	1.31
163	50.3	31.0	24.2	1.32
164	51.9	30.0	36.7	1.37
165	53.6	31.0	33.8	1.33
166	55.2	30.0	32.7	1.33
167	56.8	31.0	33.2	1.40
168	58.4	30.0	32.2	1.47
169	26.1	32.0	38.8	3.50
170	27.7	33.1	40.6	2.72
171	29.3	32.0	39.7	2.52
172	30.9	33.1	40.7	2.33
173	32.5	32.0	34.8	2.16
174	34.2	33.1	35.8	1.83
175	35.8	32.0	34.9	1.70
176	37.4	33.1	35.9	1.57
177	39.0	32.0	34.8	1.47
178	40.6	33.1	35.0	1.51
179	42.2	32.0	28.4	1.10
180	43.9	33.1	31.0	1.33
181	45.5	32.0	26.8	1.15

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	154 di 211

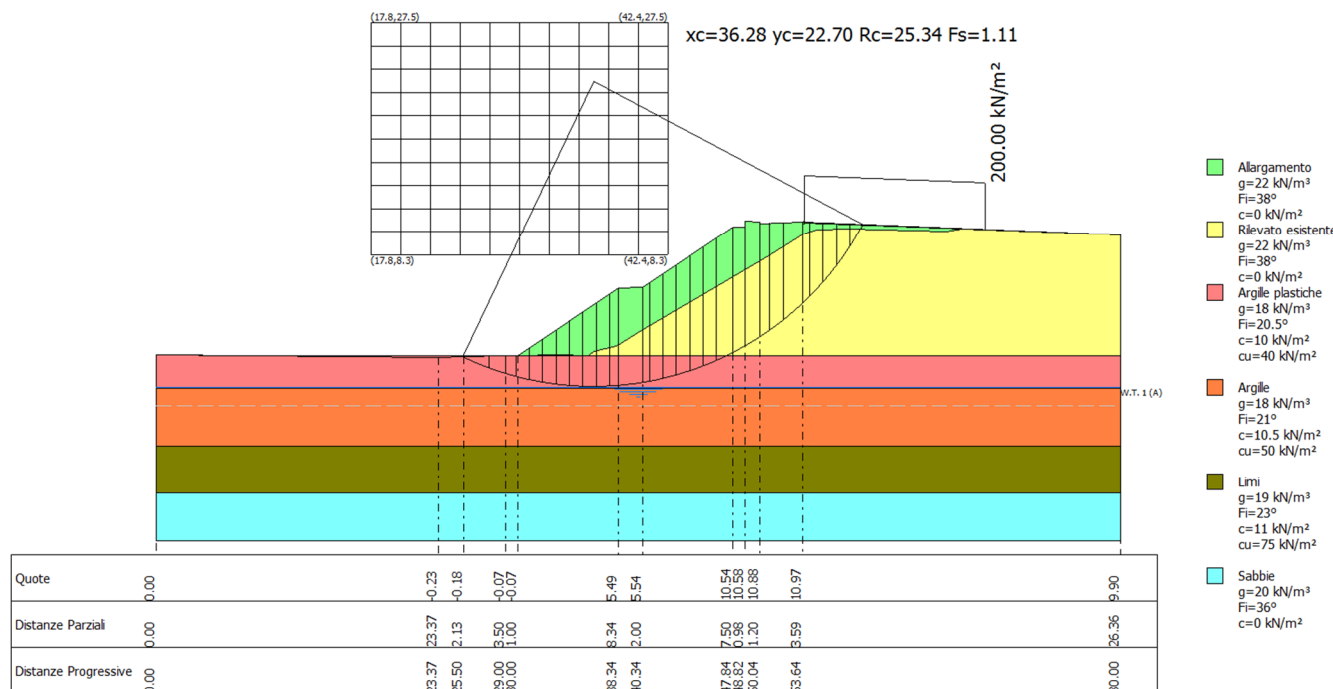
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

182	47.1	33.1	29.8	1.43
183	48.7	32.0	35.4	1.45
184	50.3	33.1	35.9	1.33
185	51.9	32.0	34.8	1.34
186	53.6	33.1	35.3	1.43
187	55.2	32.0	34.2	1.31
188	56.8	33.1	38.9	1.56
189	58.4	32.0	33.9	1.60
190	26.1	34.1	37.8	4.74
191	27.7	35.1	42.1	2.66
192	29.3	34.1	41.7	2.37
193	30.9	35.1	42.8	2.07
194	32.5	34.1	36.8	2.04
195	34.2	35.1	37.9	1.83
196	35.8	34.1	36.9	1.67
197	37.4	35.1	34.4	1.57
198	39.0	34.1	33.3	1.54
199	40.6	35.1	33.2	1.32
200	42.2	34.1	32.1	1.31
201	43.9	35.1	32.0	1.26
202	45.5	34.1	30.9	1.34
203	47.1	35.1	38.0	1.35
204	48.7	34.1	36.9	1.39
205	50.3	35.1	41.3	1.41
206	51.9	34.1	36.3	1.45
207	53.6	35.1	41.0	1.45
208	55.2	34.1	40.0	1.49
209	56.8	35.1	40.7	1.56
210	58.4	34.1	27.1	2.47
211	26.1	36.1	39.5	4.52
212	29.3	36.1	43.7	2.39
213	32.5	36.1	38.9	1.99
214	35.8	36.1	35.5	1.65
215	39.0	36.1	34.3	1.34
216	42.2	36.1	33.1	1.20
217	45.5	36.1	31.8	1.31
218	48.7	36.1	30.6	1.47
219	51.9	36.1	42.0	1.44
220	55.2	36.1	41.7	1.50
221	58.4	36.1	28.6	2.51

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	155 di 211

7.1.6.4 Sez. 270+300

7.1.6.4.1 Condizione statica



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	45.048392/10.850145
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	6.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17.77 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	8.26 m
Ascissa vertice destro superiore xs	42.45 m
Ordinata vertice destro superiore ys	27.51 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	25.5	-0.18
4	25.5	-0.18
5	29.0	-0.07
6	29.0	-0.07
7	30.0	-0.07
8	38.34	5.49
9	40.34	5.54
10	47.84	10.54
11	48.82	10.58
12	48.84	11.08
13	50.05	11.03
14	50.04	10.88
15	53.64	10.97
16	80.0	9.9

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.67
2	40.0	-2.67
3	80.0	-2.67

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	23.37	-0.23
4	25.5	-0.18
5	25.5	-0.18
6	29.0	-0.07
7	29.0	-0.07
8	30.0	-0.07
9	33.31	-0.03
10	33.31	-0.03
11	35.86	-0.07
12	36.3	0.29
13	38.16	0.68
14	40.29	1.99
15	50.4	7.97
16	53.7	10.0
17	54.77	10.34
18	57.49	10.39
19	65.52	10.19
20	66.92	10.43
21	80.0	9.9

**Vertici strato .....2**

N	X	y
---	---	---



	(m)	(m)
1	0.0	0.0
2	7.02	-0.07
3	80.0	-0.07

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.77
2	80.0	-2.77

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-7.57
2	80.0	-7.57

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-11.47
2	80.0	-11.47

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturato (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargamento
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente
3	10	40	20.5	18	19	Argille plastiche
4	10.5	50	21	18	19	Argille
5	11	75	23	19	20	Limi
6	0	0	36	20	21	Sabbie

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	53.74	10.96	68.74001	10.35114	200

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	1.11
Ascissa centro superficie	36.28 m

Ordinata centro superficie 22.7 m  
 Raggio superficie 25.34 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

**xc = 36.281 yc = 22.699 Rc = 25.341 Fs=1.108**  
 Lambda = 0.387

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.11	-25.31	0.12	0.01
2	2.11	-22.59	2.28	20.3
3	1.39	-18.35	1.46	31.44
4	0.83	-15.73	0.86	24.14
5	1.11	-13.47	1.14	43.59
6	1.11	-10.91	1.13	66.37
7	1.11	-8.36	1.12	88.13
8	1.11	-5.84	1.11	108.9
9	1.11	-3.32	1.11	128.68
10	1.11	-0.81	1.11	147.49
11	1.11	1.69	1.11	165.33
12	0.76	3.81	0.76	123.23
13	2.0	6.95	2.01	331.76
14	0.56	9.87	0.57	94.31
15	1.11	11.8	1.13	195.64
16	1.11	14.37	1.14	208.51
17	1.11	16.98	1.16	220.32
18	1.11	19.62	1.18	231.03
19	1.11	22.3	1.2	240.58
20	1.39	25.4	1.54	313.9
21	0.98	28.39	1.11	218.09
22	1.23	31.28	1.44	271.46
23	0.83	34.04	1.0	168.41
24	1.11	36.74	1.38	207.9
25	1.65	40.77	2.18	270.4
26	0.57	44.12	0.79	173.7
27	1.11	46.85	1.62	357.37
28	1.11	50.66	1.75	325.5
29	1.11	54.81	1.92	288.97
30	1.11	59.45	2.18	226.18

**Sforzi sui concii**

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	6.48	16.75	0.0	0.0	-13.01	-2.63	0.0
2	20.99	54.22	6.48	16.75	-9.05	14.02	0.0
3	36.88	95.26	20.99	54.22	1.84	11.07	0.0
4	48.84	126.15	36.88	95.26	3.35	7.1	0.0

5	64.93	167.7	48.84	126.15	17.07	12.83	0.0
6	84.57	218.42	64.93	167.7	36.29	17.94	0.0
7	106.34	274.64	84.57	218.42	57.48	23.6	0.0
8	129.06	333.33	106.34	274.64	79.76	29.57	0.0
9	151.74	391.91	129.06	333.33	102.42	35.65	0.0
10	173.54	448.23	151.74	391.91	124.87	41.7	0.0
11	193.75	500.42	173.54	448.23	146.6	47.57	0.0
12	207.39	535.65	193.75	500.42	111.68	35.64	0.0
13	230.11	594.33	207.39	535.65	313.87	99.25	0.0
14	236.74	611.44	230.11	594.33	89.32	28.24	0.0
15	244.34	631.08	236.74	611.44	188.07	58.93	0.0
16	248.48	641.77	244.34	631.08	200.63	62.4	0.0
17	248.81	642.63	248.48	641.77	210.66	65.22	0.0
18	245.05	632.92	248.81	642.63	217.9	67.3	0.0
19	236.95	611.99	245.05	632.92	222.14	68.6	0.0
20	219.47	566.85	236.95	611.99	280.0	86.69	0.0
21	221.0	570.79	219.47	566.85	192.39	108.5	0.0
22	217.63	562.1	221.0	570.79	230.38	129.92	0.0
23	212.52	548.91	217.63	562.1	136.4	76.92	0.0
24	202.67	523.46	212.52	548.91	159.27	89.82	0.0
25	183.18	473.12	202.67	523.46	186.69	105.28	0.0
26	167.17	431.76	183.18	473.12	107.39	60.56	0.0
27	128.44	331.74	167.17	431.76	197.93	111.63	0.0
28	85.88	221.8	128.44	331.74	148.32	83.65	0.0
29	41.03	105.97	85.88	221.8	97.72	55.11	0.0
30	-0.33	-0.84	41.03	105.97	44.02	24.83	0.0

Numero di superfici esaminate....(165)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	36.3	9.2	12.2	1.34
2	38.7	9.2	12.2	1.53
3	42.4	8.3	11.2	20.00
4	28.9	11.1	13.9	1.54
5	31.3	11.1	13.9	1.33
6	32.6	10.2	13.0	1.31
7	33.8	11.1	13.9	1.26
8	37.5	10.2	13.0	1.42
9	40.0	10.2	13.0	1.59
10	41.2	11.1	12.4	1.84
11	42.4	10.2	11.6	2.11
12	23.9	13.1	15.7	3.65
13	27.6	12.1	14.7	1.68
14	28.9	13.1	15.7	1.48
15	30.1	12.1	14.7	1.38
16	31.3	13.1	15.7	1.29
17	36.3	13.1	15.7	1.27
18	37.5	12.1	14.8	1.31
19	38.7	13.1	15.7	1.35
20	40.0	12.1	14.8	1.42
21	41.2	13.1	14.2	1.59

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

22	42.4	12.1	13.2	1.69
23	21.5	15.0	17.6	22.37
24	23.9	15.0	17.6	2.83
25	25.2	14.0	16.6	2.30
26	26.4	15.0	17.6	1.83
27	27.6	14.0	16.6	1.63
28	28.9	15.0	17.6	1.44
29	30.1	14.0	16.7	1.31
30	31.3	15.0	16.0	1.28
31	33.8	15.0	16.0	1.22
32	35.0	14.0	15.1	1.25
33	36.3	15.0	17.6	1.26
34	37.5	14.0	16.7	1.31
35	38.7	15.0	17.7	1.20
36	40.0	14.0	15.1	1.49
37	41.2	15.0	17.7	1.25
38	42.4	14.0	16.7	1.33
39	21.5	16.9	19.5	8.67
40	22.7	16.0	18.5	4.23
41	23.9	16.9	19.5	2.49
42	25.2	16.0	18.6	2.09
43	28.9	16.9	19.5	1.38
44	30.1	16.0	18.6	1.29
45	31.3	16.9	17.9	1.26
46	32.6	16.0	17.0	1.24
47	33.8	16.9	19.6	1.24
48	35.0	16.0	18.6	1.23
49	36.3	16.9	19.6	1.18
50	37.5	16.0	18.6	1.17
51	38.7	16.9	19.6	1.14
52	40.0	16.0	18.6	1.18
53	41.2	16.9	18.0	1.37
54	42.4	16.0	18.6	1.30
55	19.0	18.8	21.4	20.00
56	20.2	17.9	20.5	93.14
57	21.5	18.8	21.4	5.08
58	22.7	17.9	20.5	3.23
59	23.9	18.8	21.4	2.33
60	26.4	18.8	19.8	1.74
61	27.6	17.9	18.9	1.55
62	28.9	18.8	19.8	1.39
63	30.1	17.9	18.9	1.31
64	31.3	18.8	19.9	1.24
65	32.6	17.9	18.9	1.24
66	33.8	18.8	21.5	1.26
67	35.0	17.9	20.5	1.22
68	36.3	18.8	21.5	1.14
69	37.5	17.9	20.5	1.12
70	38.7	18.8	21.5	1.14
71	40.0	17.9	20.5	1.16
72	41.2	18.8	19.9	1.30
73	42.4	17.9	19.0	1.37
74	17.8	19.8	22.4	20.00
75	19.0	20.8	23.3	20.00

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	161 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

76	20.2	19.8	22.4	13.50
77	21.5	20.8	23.4	3.79
78	22.7	19.8	22.4	2.84
79	23.9	20.8	23.4	2.17
80	25.2	19.8	22.4	1.86
81	26.4	20.8	21.7	1.67
82	27.6	19.8	22.4	1.42
83	28.9	20.8	21.8	1.36
84	30.1	19.8	20.8	1.29
85	31.3	20.8	21.8	1.29
86	32.6	19.8	22.4	1.25
87	33.8	20.8	23.4	1.18
88	35.0	19.8	22.4	1.15
89	36.3	20.8	23.4	1.12
90	37.5	19.8	22.5	1.12
91	38.7	20.8	23.4	1.15
92	40.0	19.8	22.5	1.17
93	41.2	20.8	21.6	1.35
94	42.4	19.8	22.3	1.28
95	17.8	21.7	24.3	20.00
96	20.2	21.7	24.3	6.55
97	21.5	22.7	25.3	3.26
98	22.7	21.7	24.3	2.62
99	23.9	22.7	25.3	1.99
100	25.2	21.7	22.7	1.92
101	26.4	22.7	23.7	1.58
102	27.6	21.7	22.7	1.46
103	28.9	22.7	23.7	1.33
104	30.1	21.7	22.7	1.31
105	31.3	22.7	25.3	1.29
106	32.6	21.7	24.4	1.22
107	33.8	22.7	25.3	1.14
108	35.0	21.7	24.4	1.12
109	36.3	22.7	25.3	1.11
110	37.5	21.7	24.4	1.11
111	38.7	22.7	23.7	1.26
112	40.0	21.7	24.3	1.18
113	41.2	22.7	25.0	1.23
114	42.4	21.7	22.1	1.50
115	17.8	23.7	26.2	20.00
116	19.0	24.6	27.2	9.55
117	20.2	23.7	26.2	4.58
118	21.5	24.6	27.2	2.97
119	22.7	23.7	26.2	2.38
120	23.9	24.6	25.6	2.14
121	25.2	23.7	24.6	1.80
122	26.4	24.6	25.6	1.52
123	27.6	23.7	24.6	1.41
124	28.9	24.6	25.6	1.34
125	30.1	23.7	24.7	1.32
126	31.3	24.6	27.2	1.21
127	32.6	23.7	26.3	1.17
128	33.8	24.6	27.3	1.12
129	35.0	23.7	26.3	1.12

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	162 di 211

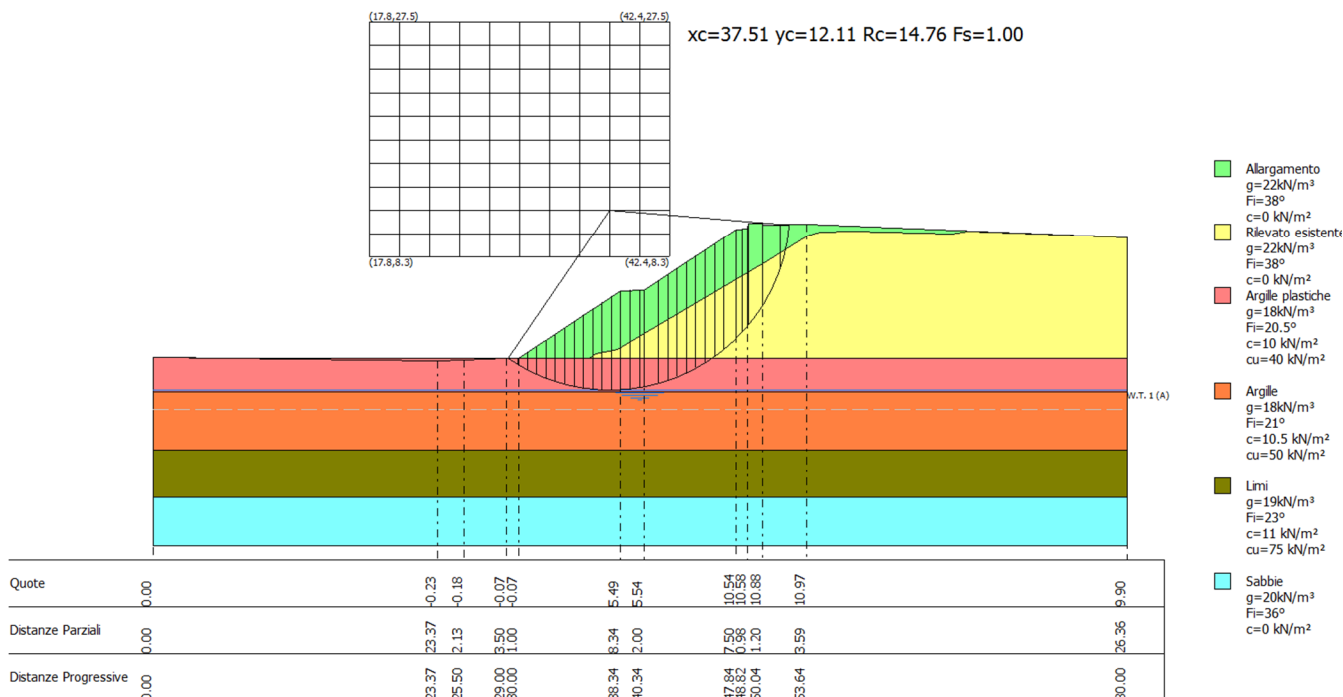
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) <i>Tratto Regione Lombardia</i>	<i>Progetto definitivo</i>

130	36.3	24.6	27.3	1.13
131	37.5	23.7	26.3	1.14
132	38.7	24.6	27.0	1.17
133	40.0	23.7	24.2	1.36
134	41.2	24.6	22.7	1.55
135	42.4	23.7	25.8	1.33
136	19.0	26.5	29.1	5.88
137	20.2	25.6	28.2	3.84
138	21.5	26.5	29.1	2.64
139	22.7	25.6	28.2	2.19
140	23.9	26.5	27.5	1.96
141	25.2	25.6	26.5	1.69
142	26.4	26.5	27.5	1.48
143	27.6	25.6	26.6	1.39
144	28.9	26.5	27.5	1.35
145	30.1	25.6	28.2	1.28
146	31.3	26.5	29.2	1.18
147	32.6	25.6	28.2	1.14
148	33.8	26.5	29.2	1.13
149	35.0	25.6	28.2	1.15
150	36.3	26.5	29.0	1.15
151	37.5	25.6	26.2	1.28
152	38.7	26.5	26.8	1.42
153	40.0	25.6	27.8	1.23
154	41.2	26.5	28.5	1.32
155	42.4	25.6	27.5	1.34
156	20.2	27.5	30.1	3.44
157	22.7	27.5	30.1	1.99
158	25.2	27.5	28.5	1.59
159	27.6	27.5	28.5	1.39
160	30.1	27.5	26.9	1.32
161	32.6	27.5	30.1	1.17
162	35.0	27.5	30.0	1.16
163	37.5	27.5	27.8	1.34
164	40.0	27.5	29.5	1.28
165	42.4	27.5	24.3	1.59

=====

#### 7.1.6.4.2 Condizione sismica drenata pseudostatica

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	163 di 211



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long.	45.048392/10.850145
Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	6.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	17.77 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	8.26 m
Ascissa vertice destro superiore xs	42.45 m
Ordinata vertice destro superiore ys	27.51 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe IV

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	164 di 211

Vita nominale: 100.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.59	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.57	0.3
S.L.V.	1898.0	1.34	2.62	0.32
S.L.C.	2475.0	1.46	2.61	0.33

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.9901	0.24	0.0487	0.0244
S.L.C.	2.1416	0.24	0.0524	0.0262

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0487  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0244

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	25.5	-0.18
4	25.5	-0.18
5	29.0	-0.07
6	29.0	-0.07
7	30.0	-0.07
8	38.34	5.49
9	40.34	5.54
10	47.84	10.54
11	48.82	10.58
12	48.84	11.08
13	50.05	11.03
14	50.04	10.88
15	53.64	10.97
16	80.0	9.9

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.67



2	40.0	-2.67
3	80.0	-2.67

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	23.37	-0.23
4	25.5	-0.18
5	25.5	-0.18
6	29.0	-0.07
7	29.0	-0.07
8	30.0	-0.07
9	33.31	-0.03
10	33.31	-0.03
11	35.86	-0.07
12	36.3	0.29
13	38.16	0.68
14	40.29	1.99
15	50.4	7.97
16	53.7	10.0
17	54.77	10.34
18	57.49	10.39
19	65.52	10.19
20	66.92	10.43
21	80.0	9.9

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.02	-0.07
3	80.0	-0.07

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.77
2	80.0	-2.77

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-7.57
2	80.0	-7.57

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-11.47
2	80.0	-11.47

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0	0	38	22	23	Allargamento	
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente	
3	10	40	20.5	18	19	Argille plastiche	
4	10.5	50	21	18	19	Argille	
5	11	75	23	19	20	Limi	
6	0	0	36	20	21	Sabbie	

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato 1.0  
 Ascissa centro superficie 37.51 m  
 Ordinata centro superficie 12.11 m  
 Raggio superficie 14.76 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

**xc = 37.515 yc = 12.111 Rc = 14.76 Fs=0.999**  
 Lambda = 0.452

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	0.77	-32.61	0.91	3.51
2	0.77	-29.13	0.88	13.62
3	0.77	-25.77	0.85	27.79
4	0.77	-22.5	0.83	41.2
5	0.77	-19.3	0.81	53.91
6	0.77	-16.17	0.8	65.96
7	0.77	-13.09	0.79	77.39
8	0.77	-10.04	0.78	88.22
9	0.77	-7.02	0.77	98.47
10	0.77	-4.03	0.77	108.15
11	0.77	-1.04	0.77	117.28
12	0.71	1.84	0.71	116.32
13	0.82	4.82	0.83	138.6
14	0.77	7.94	0.78	128.22

15	0.41	10.24	0.41	67.39
16	1.13	13.3	1.16	193.16
17	0.77	17.11	0.8	138.53
18	0.77	20.26	0.82	143.59
19	0.77	23.48	0.84	147.98
20	0.77	26.78	0.86	151.66
21	0.77	30.17	0.89	154.56
22	0.77	33.69	0.92	156.6
23	0.77	37.36	0.97	156.31
24	0.99	41.81	1.33	198.43
25	0.55	45.92	0.79	104.7
26	0.43	48.71	0.65	77.58
27	0.02	50.03	0.03	3.79
28	1.21	54.11	2.07	203.41
29	1.41	64.49	3.28	164.94
30	0.77	78.15	3.74	39.8

## Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	6.66	14.73	0.0	0.0	-10.42	4.18	0.0
2	17.22	38.09	6.66	14.73	-8.08	4.62	0.0
3	32.38	71.62	17.22	38.09	-2.01	6.23	0.0
4	50.73	112.22	32.38	71.62	7.28	8.84	0.0
5	71.14	157.38	50.73	112.22	18.79	12.14	0.0
6	92.7	205.08	71.14	157.38	31.8	15.93	0.0
7	114.63	253.59	92.7	205.08	45.73	20.01	0.0
8	136.27	301.46	114.63	253.59	60.09	24.23	0.0
9	157.04	347.4	136.27	301.46	74.47	28.49	0.0
10	176.43	390.3	157.04	347.4	88.53	32.67	0.0
11	193.98	429.13	176.43	390.3	101.97	36.68	0.0
12	208.44	461.11	193.98	429.13	105.49	37.28	0.0
13	221.58	490.18	208.44	461.11	130.26	45.62	0.0
14	230.59	510.12	221.58	490.18	123.05	43.05	0.0
15	235.35	520.64	230.59	510.12	64.54	22.64	0.0
16	239.1	528.93	235.35	520.64	188.66	65.77	0.0
17	238.33	527.24	239.1	528.93	133.87	46.51	0.0
18	233.84	517.29	238.33	527.24	136.34	47.37	0.0
19	225.32	498.45	233.84	517.29	136.48	47.56	0.0
20	212.49	470.06	225.32	498.45	134.04	47.02	0.0
21	195.06	431.52	212.49	470.06	128.79	45.67	0.0
22	172.76	382.19	195.06	431.52	120.44	43.45	0.0
23	162.57	359.64	172.76	382.19	117.08	73.24	0.0
24	142.36	314.93	162.57	359.64	130.32	81.52	0.0
25	128.07	283.31	142.36	314.93	58.19	36.4	0.0
26	115.6	255.73	128.07	283.31	37.11	23.22	0.0
27	114.95	254.28	115.6	255.73	1.66	1.04	0.0
28	72.26	159.86	114.95	254.28	62.66	39.2	0.0
29	20.04	44.33	72.26	159.86	-16.28	-10.18	0.0
30	-0.01	-0.01	20.04	44.33	-32.8	-20.52	0.0

Numero di superfici esaminate....(165)

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	168 di 211

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	36.3	9.2	12.2	1.22
2	38.7	9.2	12.2	1.39
3	42.4	8.3	11.2	20.00
4	28.9	11.1	13.9	1.36
5	31.3	11.1	13.9	1.20
6	32.6	10.2	13.0	1.18
7	33.8	11.1	13.9	1.14
8	37.5	10.2	13.0	1.26
9	40.0	10.2	13.0	1.44
10	41.2	11.1	12.4	1.67
11	42.4	10.2	11.6	1.95
12	23.9	13.1	15.7	2.87
13	27.6	12.1	14.7	1.48
14	28.9	13.1	15.7	1.31
15	30.1	12.1	14.7	1.23
16	31.3	13.1	15.7	1.16
17	36.3	13.1	15.7	1.15
18	37.5	12.1	14.8	1.00
19	38.7	13.1	15.7	1.27
20	40.0	12.1	14.8	1.37
21	41.2	13.1	14.2	1.65
22	42.4	12.1	13.2	1.82
23	21.5	15.0	17.6	8.45
24	23.9	15.0	17.6	2.32
25	25.2	14.0	16.6	1.94
26	26.4	15.0	17.6	1.59
27	27.6	14.0	16.6	1.43
28	28.9	15.0	17.6	1.27
29	30.1	14.0	16.7	1.17
30	31.3	15.0	16.0	1.15
31	33.8	15.0	16.0	1.09
32	35.0	14.0	16.7	1.12
33	36.3	15.0	17.6	1.13
34	37.5	14.0	16.7	1.18
35	38.7	15.0	17.7	1.24
36	40.0	14.0	15.1	1.46
37	41.2	15.0	17.7	1.44
38	42.4	14.0	16.7	1.57
39	21.5	16.9	19.5	5.29
40	22.7	16.0	18.5	3.21
41	23.9	16.9	19.5	2.08
42	25.2	16.0	18.6	1.78
43	28.9	16.9	19.5	1.23
44	30.1	16.0	18.6	1.15
45	31.3	16.9	17.9	1.14
46	32.6	16.0	17.0	1.11
47	33.8	16.9	19.6	1.11
48	35.0	16.0	18.6	1.10
49	36.3	16.9	19.6	1.14
50	37.5	16.0	18.6	1.18
51	38.7	16.9	19.6	1.23

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

52	40.0	16.0	18.6	1.32
53	41.2	16.9	18.0	1.61
54	42.4	16.0	18.6	1.57
55	19.0	18.8	21.4	14.41
56	20.2	17.9	20.5	11.78
57	21.5	18.8	21.4	3.68
58	22.7	17.9	20.5	2.59
59	23.9	18.8	21.4	1.96
60	26.4	18.8	19.8	1.55
61	27.6	17.9	18.9	1.38
62	28.9	18.8	19.8	1.24
63	30.1	17.9	18.9	1.18
64	31.3	18.8	19.9	1.12
65	32.6	17.9	18.9	1.12
66	33.8	18.8	21.5	1.12
67	35.0	17.9	20.5	1.14
68	36.3	18.8	21.5	1.17
69	37.5	17.9	20.5	1.18
70	38.7	18.8	21.5	1.27
71	40.0	17.9	20.5	1.32
72	41.2	18.8	19.9	1.56
73	42.4	17.9	19.0	1.70
74	17.8	19.8	22.4	15.44
75	19.0	20.8	23.3	14.09
76	20.2	19.8	22.4	6.73
77	21.5	20.8	23.4	2.94
78	22.7	19.8	22.4	2.32
79	23.9	20.8	23.4	1.84
80	25.2	19.8	22.4	1.61
81	26.4	20.8	21.7	1.48
82	27.6	19.8	22.4	1.26
83	28.9	20.8	21.8	1.22
84	30.1	19.8	20.8	1.15
85	31.3	20.8	21.8	1.15
86	32.6	19.8	22.4	1.12
87	33.8	20.8	23.4	1.14
88	35.0	19.8	22.4	1.15
89	36.3	20.8	23.4	1.19
90	37.5	19.8	22.5	1.22
91	38.7	20.8	23.4	1.30
92	40.0	19.8	22.5	1.35
93	41.2	20.8	21.6	1.64
94	42.4	19.8	22.3	1.54
95	17.8	21.7	24.3	15.10
96	20.2	21.7	24.3	4.38
97	21.5	22.7	25.3	2.60
98	22.7	21.7	24.3	2.17
99	23.9	22.7	25.3	1.70
100	25.2	21.7	22.7	1.69
101	26.4	22.7	23.7	1.41
102	27.6	21.7	22.7	1.30
103	28.9	22.7	23.7	1.20
104	30.1	21.7	22.7	1.17
105	31.3	22.7	25.3	1.14

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	170 di 211

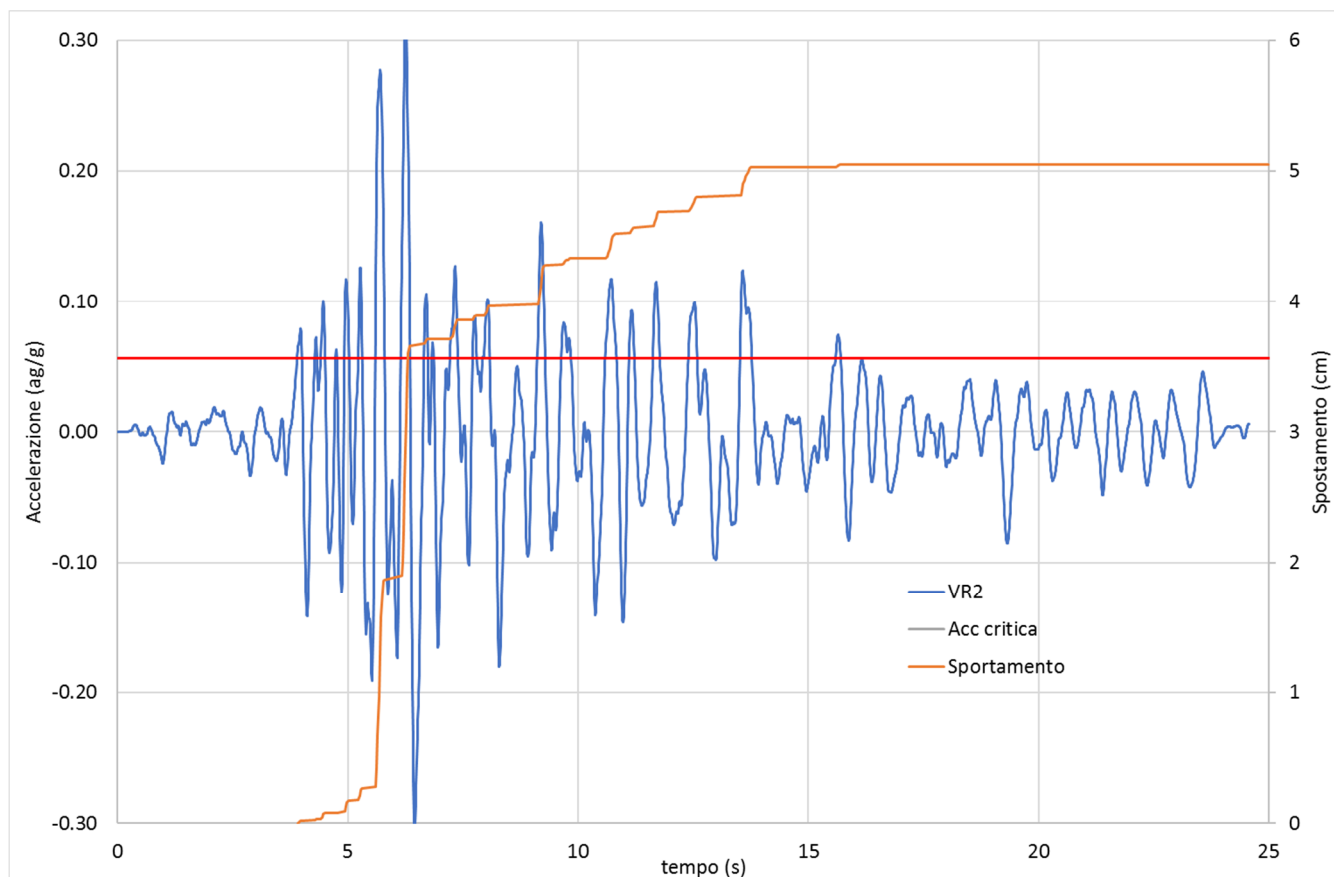
PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

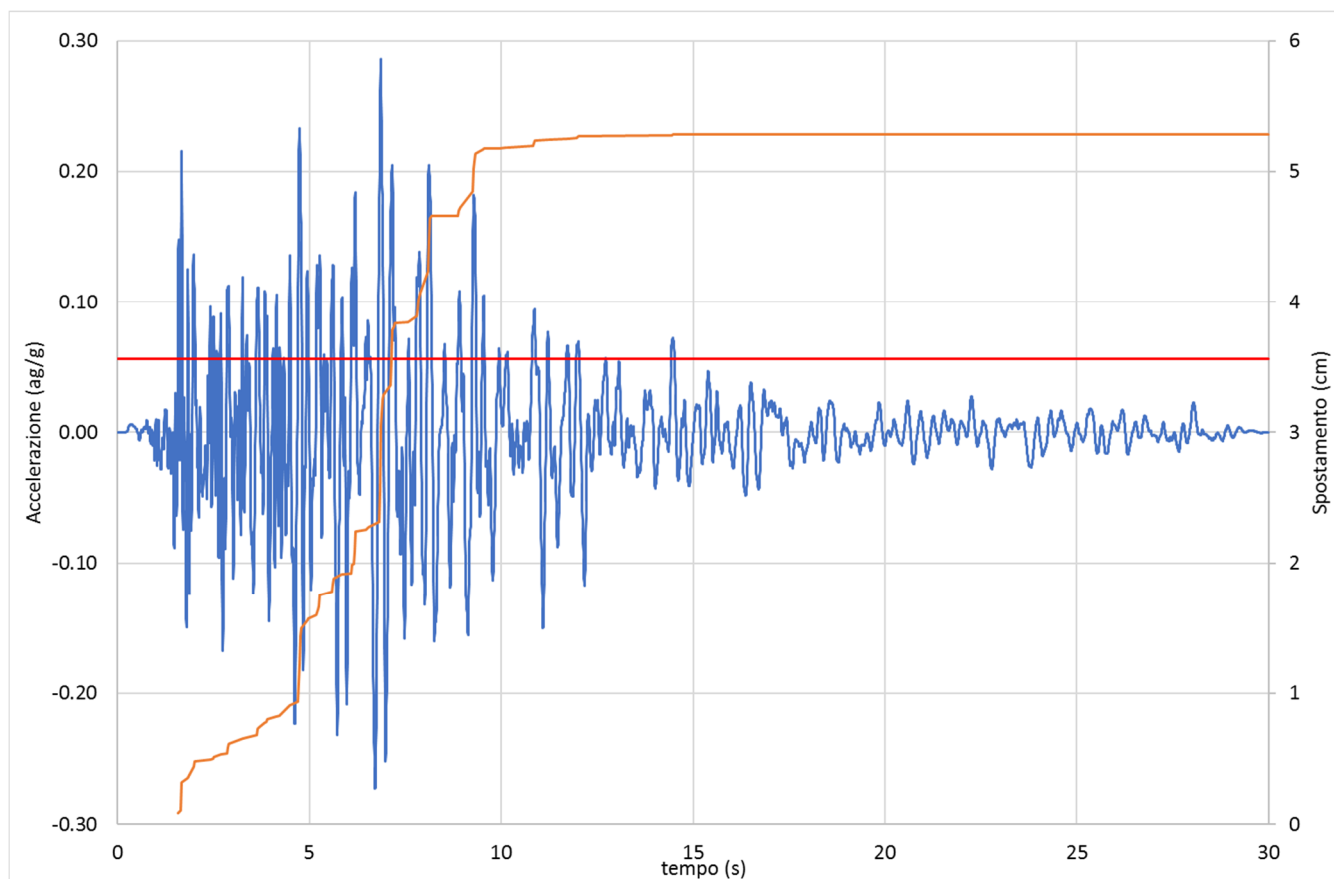
106	32.6	21.7	24.4	1.13
107	33.8	22.7	25.3	1.15
108	35.0	21.7	24.4	1.17
109	36.3	22.7	25.3	1.20
110	37.5	21.7	24.4	1.23
111	38.7	22.7	23.7	1.45
112	40.0	21.7	24.3	1.35
113	41.2	22.7	25.0	1.43
114	42.4	21.7	22.1	1.92
115	17.8	23.7	26.2	14.77
116	19.0	24.6	27.2	5.53
117	20.2	23.7	26.2	3.39
118	21.5	24.6	27.2	2.40
119	22.7	23.7	26.2	1.99
120	23.9	24.6	25.6	1.88
121	25.2	23.7	24.6	1.59
122	26.4	24.6	25.6	1.35
123	27.6	23.7	24.6	1.26
124	28.9	24.6	25.6	1.20
125	30.1	23.7	24.7	1.18
126	31.3	24.6	27.2	1.16
127	32.6	23.7	26.3	1.15
128	33.8	24.6	27.3	1.17
129	35.0	23.7	26.3	1.19
130	36.3	24.6	27.3	1.24
131	37.5	23.7	26.3	1.26
132	38.7	24.6	27.0	1.32
133	40.0	23.7	24.2	1.62
134	41.2	24.6	22.7	1.97
135	42.4	23.7	25.8	1.58
136	19.0	26.5	29.1	4.05
137	20.2	25.6	28.2	2.96
138	21.5	26.5	29.1	2.17
139	22.7	25.6	28.2	1.85
140	23.9	26.5	27.5	1.73
141	25.2	25.6	26.5	1.50
142	26.4	26.5	27.5	1.32
143	27.6	25.6	26.6	1.24
144	28.9	26.5	27.5	1.21
145	30.1	25.6	28.2	1.17
146	31.3	26.5	29.2	1.18
147	32.6	25.6	28.2	1.17
148	33.8	26.5	29.2	1.20
149	35.0	25.6	28.2	1.25
150	36.3	26.5	29.0	1.27
151	37.5	25.6	26.2	1.46
152	38.7	26.5	26.8	1.69
153	40.0	25.6	27.8	1.40
154	41.2	26.5	28.5	1.54
155	42.4	25.6	27.5	1.58
156	20.2	27.5	30.1	2.71
157	22.7	27.5	30.1	1.70
158	25.2	27.5	28.5	1.42
159	27.6	27.5	28.5	1.24

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	171 di 211

160	30.1	27.5	26.9	1.19
161	32.6	27.5	30.1	1.23
162	35.0	27.5	30.0	1.26
163	37.5	27.5	27.8	1.55
164	40.0	27.5	29.5	1.47
165	42.4	27.5	24.3	2.10

7.1.6.4.3 Condizione sismica drenata dinamica

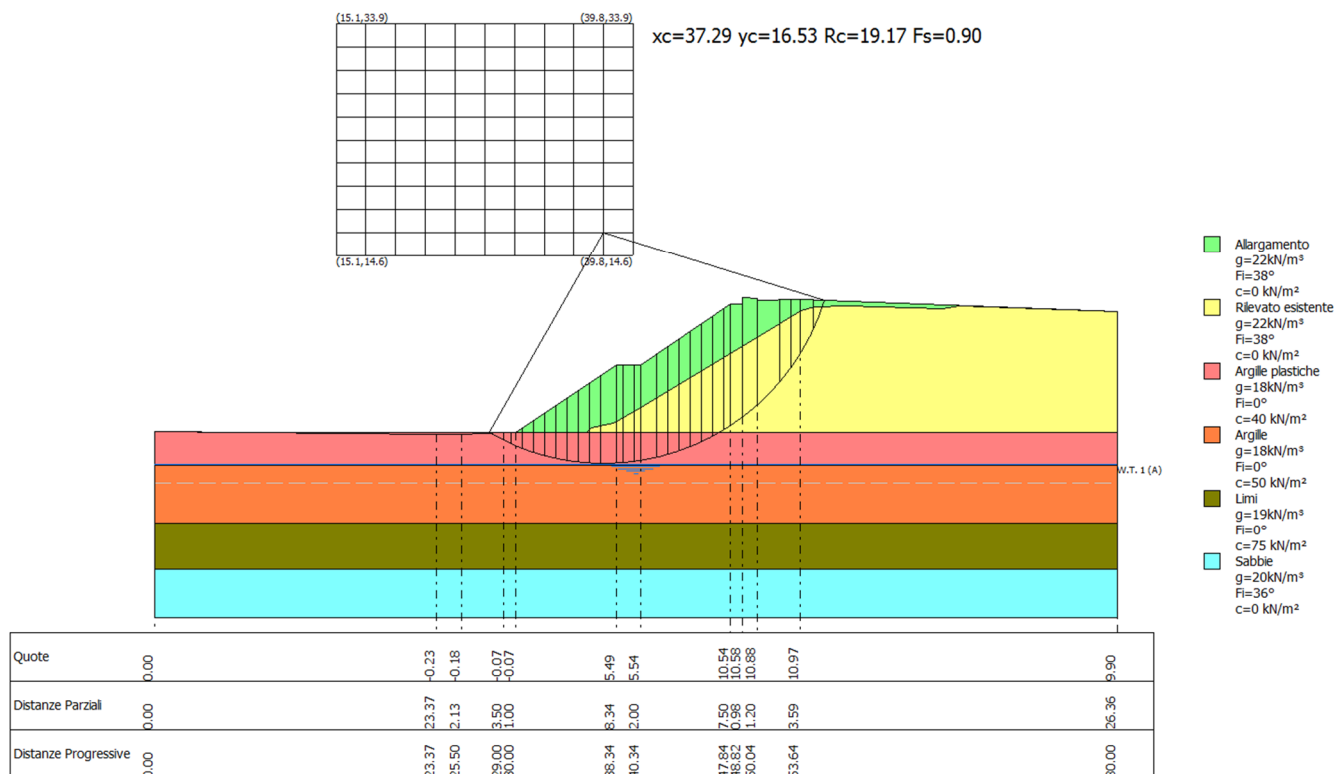




 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	173 di 211



7.1.6.4.4 Condizione sismica non drenata



**Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENTERN-PRICE (1965)**

Lat./Long. 45.048392/10.850145  
 Normativa NTC 2008 e Circ.  
 Numero di strati 6.0  
 Numero dei concii 30.0  
 Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1  
 Coefficiente parziale resistenza 1.0  
 Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco  
 Analisi Condizione drenata  
 Superficie di forma circolare

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 15.08 m  
 Ordinata vertice sinistro inferiore yi 14.6 m  
 Ascissa vertice destro superiore xs 39.76 m  
 Ordinata vertice destro superiore ys 33.85 m  
 Passo di ricerca 10.0  
 Numero di celle lungo x 10.0  
 Numero di celle lungo y 10.0

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	174 di 211

=====

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe IV  
 Vita nominale: 100.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 200.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	120.0	0.52	2.59	0.29
S.L.D.	201.0	0.63	2.57	0.3
S.L.V.	1898.0	1.34	2.62	0.32
S.L.C.	2475.0	1.46	2.61	0.33

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.78	0.2	0.0159	0.008
S.L.D.	0.945	0.2	0.0193	0.0096
S.L.V.	1.9901	0.24	0.0487	0.0244
S.L.C.	2.1416	0.24	0.0524	0.0262

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0487  
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0244

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	25.5	-0.18
4	25.5	-0.18
5	29.0	-0.07
6	29.0	-0.07
7	30.0	-0.07
8	38.34	5.49
9	40.34	5.54
10	47.84	10.54
11	48.82	10.58
12	48.84	11.08
13	50.05	11.03
14	50.04	10.88
15	53.64	10.97

16	80.0	9.9
----	------	-----

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.67
2	40.0	-2.67
3	80.0	-2.67

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	23.37	-0.23
3	23.37	-0.23
4	25.5	-0.18
5	25.5	-0.18
6	29.0	-0.07
7	29.0	-0.07
8	30.0	-0.07
9	33.31	-0.03
10	33.31	-0.03
11	35.86	-0.07
12	36.3	0.29
13	38.16	0.68
14	40.29	1.99
15	50.4	7.97
16	53.7	10.0
17	54.77	10.34
18	57.49	10.39
19	65.52	10.19
20	66.92	10.43
21	80.0	9.9

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	7.02	-0.07
3	80.0	-0.07

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.77
2	80.0	-2.77

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-7.57
2	80.0	-7.57

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-11.47
2	80.0	-11.47



Elaborato	Data	Agg.	Pag.
LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	176 di 211

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	0	38	22	23	Allargamento
2	0	0	38	22	23	Rilevato esistente
3	40	0	0	18	19	Argille plastiche
4	50	0	0	18	19	Argille
5	75	0	0	19	20	Limi
6	0	0	36	20	21	Sabbie

**Risultati analisi pendio [NTC 2008 e Circ.: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	0.9
Ascissa centro superficie	37.29 m
Ordinata centro superficie	16.53 m
Raggio superficie	19.17 m

**xc = 37.292 yc = 16.526 Rc = 19.173 Fs=0.904**  
 Lambda = 0.308

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.24	-27.72	1.4	7.92
2	0.62	-24.61	0.68	9.31
3	0.93	-22.1	1.0	20.68
4	0.93	-19.13	0.98	39.16
5	0.93	-16.22	0.97	56.75
6	0.93	-13.34	0.95	73.49
7	0.93	-10.51	0.94	89.41
8	0.93	-7.7	0.94	104.55
9	0.93	-4.9	0.93	118.91
10	0.93	-2.12	0.93	132.51
11	1.3	1.2	1.3	206.3
12	0.56	3.98	0.56	94.3
13	0.93	6.22	0.93	155.34
14	0.51	8.38	0.52	84.74
15	1.35	11.21	1.37	233.2
16	0.93	14.69	0.96	171.92



17	0.93	17.58	0.97	180.07
18	0.93	20.52	0.99	187.36
19	0.93	23.52	1.01	193.74
20	0.93	26.58	1.04	199.13
21	0.93	29.73	1.07	203.48
22	0.58	32.35	0.69	127.59
23	0.98	35.16	1.19	208.57
24	0.02	36.99	0.03	4.44
25	1.21	39.36	1.57	249.32
26	1.86	45.68	2.66	318.85
27	0.93	51.9	1.5	127.85
28	0.8	56.31	1.45	89.98
29	1.05	61.81	2.23	81.81
30	0.93	69.03	2.59	27.61

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	16.86	54.66	0.0	0.0	-32.98	49.5	0.0
2	32.54	105.5	16.86	54.66	-26.57	24.08	0.0
3	48.7	157.92	32.54	105.5	-14.69	35.46	0.0
4	65.56	212.58	48.7	157.92	4.69	34.77	0.0
5	82.43	267.26	65.56	212.58	25.13	34.21	0.0
6	98.72	320.11	82.43	267.26	46.02	33.77	0.0
7	113.97	369.56	98.72	320.11	66.84	33.41	0.0
8	127.76	414.25	113.97	369.56	87.17	33.15	0.0
9	139.72	453.03	127.76	414.25	106.63	32.97	0.0
10	149.54	484.87	139.72	453.03	124.89	32.88	0.0
11	155.17	503.13	149.54	484.87	205.83	45.87	0.0
12	161.72	524.37	155.17	503.13	90.99	19.9	0.0
13	164.21	532.44	161.72	524.37	155.78	33.05	0.0
14	169.12	548.36	164.21	532.44	82.74	18.25	0.0
15	161.98	525.23	169.12	548.36	234.63	48.58	0.0
16	156.43	507.24	161.98	525.23	169.03	33.96	0.0
17	147.7	478.93	156.43	507.24	172.97	34.46	0.0
18	135.67	439.93	147.7	478.93	174.15	35.08	0.0
19	120.25	389.92	135.67	439.93	172.4	35.83	0.0
20	101.37	328.68	120.25	389.92	167.58	36.74	0.0
21	78.98	256.09	101.37	328.68	159.53	37.83	0.0
22	78.67	255.1	78.98	256.09	106.82	73.82	0.0
23	74.96	243.06	78.67	255.1	164.93	113.98	0.0
24	74.84	242.66	74.96	243.06	3.36	2.33	0.0
25	64.85	210.28	74.84	242.66	176.94	122.28	0.0
26	41.81	135.57	64.85	210.28	179.77	124.23	0.0
27	28.61	92.78	41.81	135.57	50.38	34.82	0.0
28	17.35	56.25	28.61	92.78	23.33	16.12	0.0
29	4.83	15.68	17.35	56.25	6.22	4.3	0.0
30	-0.44	-1.41	4.83	15.68	-5.2	-3.6	0.0

Numero di superfici esaminate....(167)

=====

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
----	----	----	----	----

1	21.3	15.6	18.1	16.33
2	25.0	14.6	17.2	2.86
3	26.2	15.6	18.2	2.19
4	27.4	14.6	17.2	1.85
5	28.7	15.6	18.2	1.50
6	29.9	14.6	17.2	1.33
7	31.1	15.6	18.2	1.17
8	32.4	14.6	17.2	1.07
9	33.6	15.6	18.2	1.02
10	34.8	14.6	17.2	1.01
11	36.1	15.6	16.6	1.08
12	37.3	14.6	17.2	0.91
13	38.5	15.6	16.6	1.14
14	39.8	14.6	15.7	1.24
15	25.0	16.5	19.1	2.63
16	26.2	17.5	20.1	2.02
17	27.4	16.5	19.1	1.73
18	28.7	17.5	20.1	1.41
19	29.9	16.5	19.1	1.25
20	31.1	17.5	20.1	1.19
21	32.4	16.5	19.2	1.13
22	33.6	17.5	18.5	1.15
23	34.8	16.5	19.2	0.95
24	36.1	17.5	20.1	0.98
25	37.3	16.5	19.2	0.90
26	38.5	17.5	18.6	1.18
27	39.8	16.5	17.6	1.21
28	16.3	19.4	22.0	32.37
29	23.7	19.4	22.0	2.95
30	25.0	18.5	21.0	2.40
31	26.2	19.4	22.0	1.85
32	27.4	18.5	21.1	1.63
33	28.7	19.4	22.0	1.38
34	29.9	18.5	21.1	1.23
35	31.1	19.4	22.0	1.17
36	32.4	18.5	21.1	1.11
37	33.6	19.4	20.4	1.16
38	34.8	18.5	19.5	1.13
39	36.1	19.4	22.1	0.98
40	37.3	18.5	19.5	1.11
41	38.5	19.4	20.5	1.18
42	39.8	18.5	21.1	0.92
43	15.1	20.4	22.9	33.14
44	23.7	21.3	23.9	2.66
45	25.0	20.4	23.0	2.20
46	26.2	21.3	23.9	1.73
47	27.4	20.4	23.0	1.49
48	28.7	21.3	24.0	1.33
49	29.9	20.4	23.0	1.22
50	31.1	21.3	24.0	1.14
51	32.4	20.4	21.4	1.21
52	33.6	21.3	22.4	1.18
53	34.8	20.4	21.4	1.16

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	179 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

54	36.1	21.3	22.4	1.17
55	37.3	20.4	21.4	1.18
56	38.5	21.3	24.0	1.00
57	39.8	20.4	23.0	0.97
58	15.1	22.3	24.9	32.59
59	23.7	23.3	25.9	2.40
60	25.0	22.3	24.9	2.02
61	26.2	23.3	25.9	1.62
62	27.4	22.3	24.9	1.45
63	28.7	23.3	25.9	1.33
64	29.9	22.3	24.9	1.21
65	31.1	23.3	24.3	1.31
66	32.4	22.3	23.3	1.21
67	33.6	23.3	24.3	1.22
68	34.8	22.3	23.3	1.18
69	36.1	23.3	24.3	1.20
70	37.3	22.3	23.4	1.21
71	38.5	23.3	25.8	0.96
72	39.8	22.3	23.1	1.35
73	15.1	24.2	26.8	32.04
74	23.7	25.2	27.8	2.19
75	25.0	24.2	26.8	1.85
76	26.2	25.2	26.2	1.96
77	27.4	24.2	26.8	1.43
78	28.7	25.2	27.8	1.30
79	29.9	24.2	26.8	1.21
80	31.1	25.2	24.6	1.20
81	32.4	24.2	23.6	1.26
82	33.6	25.2	26.2	1.27
83	34.8	24.2	25.3	1.21
84	36.1	25.2	27.8	1.03
85	37.3	24.2	25.2	1.23
86	38.5	25.2	25.7	1.42
87	39.8	24.2	26.6	1.06
88	15.1	26.2	28.5	34.31
89	22.5	26.2	28.7	2.65
90	23.7	27.1	29.7	2.00
91	25.0	26.2	28.7	1.81
92	26.2	27.1	29.7	1.52
93	27.4	26.2	28.8	1.47
94	28.7	27.1	29.7	1.32
95	29.9	26.2	28.8	1.21
96	31.1	27.1	26.5	1.23
97	32.4	26.2	25.6	1.29
98	33.6	27.1	28.1	1.31
99	34.8	26.2	27.2	1.29
100	36.1	27.1	27.8	1.36
101	37.3	26.2	28.6	1.04
102	38.5	27.1	29.3	1.05
103	39.8	26.2	28.3	1.05
104	21.3	29.0	31.6	2.93
105	22.5	28.1	30.7	2.38
106	23.7	29.0	31.6	1.95
107	25.0	28.1	30.7	1.72

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	180 di 211

PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

108	26.2	29.0	31.6	1.54
109	27.4	28.1	30.7	1.44
110	28.7	29.0	30.0	1.48
111	29.9	28.1	27.5	1.18
112	31.1	29.0	28.4	1.27
113	32.4	28.1	29.1	1.32
114	33.6	29.0	29.8	1.34
115	34.8	28.1	28.8	1.32
116	36.1	29.0	31.3	1.11
117	37.3	28.1	30.3	1.08
118	38.5	29.0	31.1	1.17
119	39.8	28.1	25.6	1.83
120	15.1	30.0	32.0	42.06
121	16.3	31.0	33.3	31.50
122	20.0	30.0	32.6	3.80
123	21.3	31.0	33.5	2.62
124	22.5	30.0	32.6	2.19
125	23.7	31.0	33.6	1.85
126	25.0	30.0	32.6	1.65
127	26.2	31.0	33.6	1.54
128	27.4	30.0	32.6	1.39
129	28.7	31.0	30.3	1.17
130	29.9	30.0	29.4	1.21
131	31.1	31.0	30.2	1.29
132	32.4	30.0	32.5	1.20
133	33.6	31.0	33.3	1.17
134	34.8	30.0	32.3	1.13
135	36.1	31.0	33.0	1.15
136	37.3	30.0	32.0	1.12
137	38.5	31.0	32.8	1.21
138	39.8	30.0	31.8	1.18
139	17.6	31.9	34.5	7.32
140	18.8	32.9	35.5	4.29
141	20.0	31.9	34.5	3.29
142	21.3	32.9	35.5	2.39
143	23.7	32.9	33.8	2.13
144	25.0	31.9	34.5	1.66
145	26.2	32.9	35.5	1.50
146	27.4	31.9	34.5	1.40
147	28.7	32.9	32.3	1.20
148	29.9	31.9	31.3	1.25
149	31.1	32.9	35.3	1.26
150	32.4	31.9	34.3	1.22
151	33.6	32.9	35.0	1.25
152	34.8	31.9	29.8	1.48
153	36.1	32.9	30.1	1.56
154	37.3	31.9	33.8	1.23
155	38.5	32.9	34.5	1.24
156	39.8	31.9	28.3	1.84
157	15.1	33.9	35.5	51.67
158	17.6	33.9	36.4	6.22
159	20.0	33.9	36.4	2.87
160	22.5	33.9	36.4	1.99
161	25.0	33.9	36.4	1.60

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	181 di 211



PROGETTO	LIVELLO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A. - BRENNERAUTOBHAN A.G. Realizzazione della terza corsia tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) Tratto Regione Lombardia	Progetto definitivo

162	27.4	33.9	36.5	1.43
163	29.9	33.9	32.6	1.25
164	32.4	33.9	31.9	1.36
165	34.8	33.9	35.8	1.22
166	37.3	33.9	30.4	1.65
167	39.8	33.9	35.3	1.26

=====

La verifica dinamica viene omessa in quanto il cerchio di scivolamento più critico è lo stesso della condizione drenata

## 7.2 Valutazione delle bonifiche dei terreni di fondazione

Lo spessore della bonifica dei terreni di fondazione è stato valutato sulla base dei dati disponibili per i tratti in cui l'ampliamento del rilevato autostradale avviene per allargamento laterale, interessanti, quindi, terreni non precedentemente bonificati. L'allargamento nella porzione centrale interessa, infatti un rilevato già esistente.

Gli ampliamenti in questione interessano i tratti Fissero-Mincio, tra le progressive 261+550 e 263+700, e F. Po tra le progressive 267+975 e 271+200.

### 7.2.1 Metodo di Burmister per la definizione dello spessore di bonifica

Per la definizione degli spessori di bonifica sotto il piano di posa del rilevato, i fattori che intervengono sono molteplici e variano al variare della natura del terreno, della stratigrafia locale, dello stato di addensamento, del contenuto d'acqua, della natura del materiale utilizzato e dalle prestazioni richieste dopo la messa d'opera.

Nel presente studio, la determinazione dello spessore di bonifica è stata condotta ricorrendo al criterio del bistrato formulato da D. M. Burmister (1943), basato sullo studio dell'equilibrio di due solidi elastici di diversa natura e sovrapposti, uno, con spessore finito  $s$ , modulo di elasticità o di deformazione  $E_1$  e coefficiente di Poisson  $\nu_1$ , l'altro semifinito (terreno di sottofondo) con modulo elastico  $E_0$  e coefficiente di Poisson  $\nu_0$ .

Burmister considera un carico uniforme  $p$  superficiale distribuito su un'area circolare di raggio  $a$  e ipotizza le seguenti condizioni al contorno:

- pressione nulla al di fuori dell'area di carico;
- tensioni e cedimenti nulli all'infinito;
- sulla superficie di contatto tra i due strati vi è assenza di spostamenti relativi.

Il cedimento  $f$  al centro della piastra, ipotizzando  $\nu_0=0.2$ , risulta dalla seguente relazione:

$$f = 1,5 \frac{pa}{E_0} F_1$$

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	182 di 211

Infatti, all'applicazione del carico le deformazioni misurate risultano proporzionali alle pressioni e il terreno si comporta come un mezzo quasi elastico.

$F_1$  è una funzione dei due rapporti  $E_1/E_0$  ed  $s/a$ , i cui valori possono ottenersi dalla seguente formula ottenuta analiticamente da N. Odemark:

$$F_1 = \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0,9 \frac{s}{a}\right)^2}} \right] \frac{E_0}{E_1} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0,9 \frac{s}{a} 3 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}}\right)^2}}$$

Quindi si può mettere in relazione il modulo di piastra,  $M_d$ , con lo spessore e le caratteristiche dello strato di bonifica e del sottofondo passando attraverso il calcolo del cedimento per un carico pari a 100 kPa agente su una piastra di diametro 30 cm.

### 7.2.2 Calcolo degli spessori di bonifica

Per la stima dei parametri di deformazione del terreno in posto si è fatto riferimento alla caratterizzazione descritta nel Cap. 6.6. In Tab. 38 vengono riportati in sintesi i parametri di riferimento utilizzati, ed i relativi tratti ed orizzonti di riferimento. In tale tabella, inoltre vengono riassunti i risultati delle verifiche con gli spessori di bonifica.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento a tratti con terreno di fondazione omogeneo. Quando le verifiche effettuate hanno evidenziato uno spessore necessario di bonifica inferiore ai 50 cm, si è comunque mantenuto tale valore (50 cm) come minimo accettabile.

Tratto		Orizzonte di riferimento	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	Spessore di bonifica (cm)
1	261+550 – Spalla Nord F. Mincio (§ 6.6.8)	Orizzonte B	20.5	37 <sup>1</sup>	50
2	Spalla Sud F. Mincio – 262+700 263+000 – 263+050 (§ 6.6.9)	Orizzonte D	20.0	15	50
3	Spalla sud Mincio – 263+050 – 263+700 (§ 6.6.9)	Orizzonte E	18.0	2.5	100

<sup>1</sup> Modulo di deformazione del terreno di fondazione è superiore a quello dello strato di bonifica; bonifica ipoteticamente non necessaria (cfr.

Tratto	Orizzonte di riferimento	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	E (MPa)	Spessore di bonifica (cm)
4   267+975 – 268+700 (§ 6.6.11)	Orizzonte D	19.5	6.0	50
5   261+700 – Spalla Nord F. Po (§ 6.6.11)	Orizzonte C	19.5	8.0	50
6   Spalla Sud F. Po – 270+500 (§ 6.6.12)	Orizzonte C	19.0	6.0	50
7   270+250 - 270+600 (§ 6.6.12)	Orizzonte E	18.5	2.5	100
8   270+600 – 271+200	Orizzonte D	18.5	3.5	70

TAB. 38 – SEZIONI VERIFICATE E RELATIVI PARAMETRI GEOTECNICI

Nelle figure sottostanti si riportano le curve di progetto per la determinazione dello spessore di bonifica (intesa come lo spessore totale da rimuovere cioè scotico + bonifica) in funzione del modulo del terreno di sottofondo  $E_0$ , del prescritto modulo di piastra ( $M_d$ ), pari a 20 MPa e di un modulo di Young dello strato di bonifica ( $M_b$ ) pari a 25 MPa ritenuto progettualmente accettabile.

Dal grafico si legge (freccia rossa) lo spessore minimo di bonifica necessario per portare il terreno al valore di progetto di 20 MPa (linea tratteggiata orizzontale rossa).

Quando la freccia verticale non è presente il modulo di deformazione del terreno di fondazione (linea verde) è superiore a quello dello strato di bonifica. La bonifica ipoteticamente non è necessaria, ma come già illustrato, si è comunque indicata una bonifica minima di 50 cm, per tener conto dello spessore di aratura, della presenza di radici ecc..

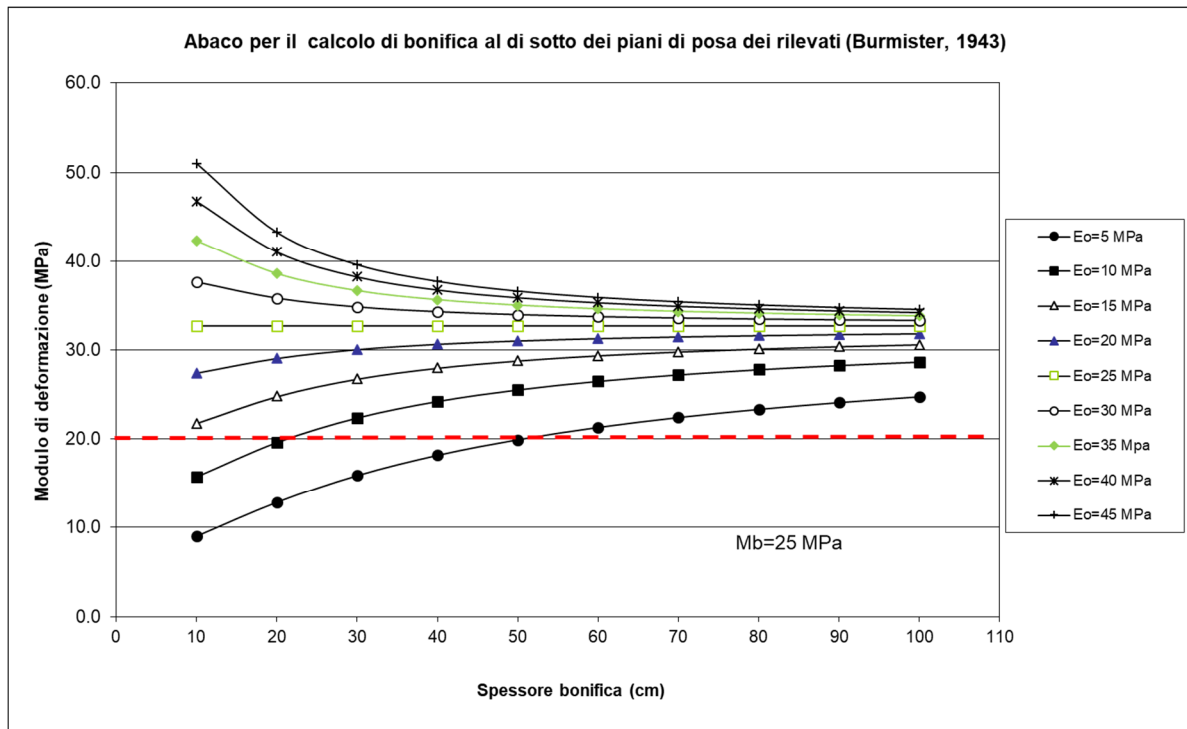


FIG. 24 - VERIFICA TRATTO 1

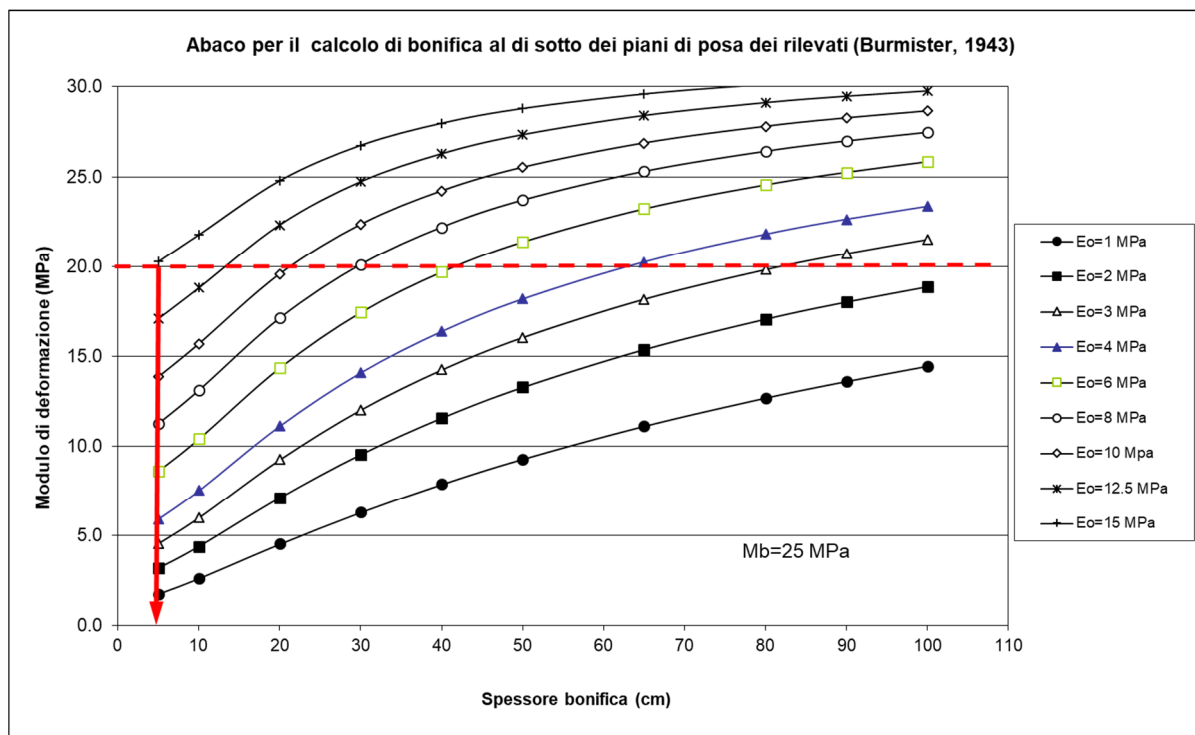


FIG. 25 - VERIFICA TRATTO 2

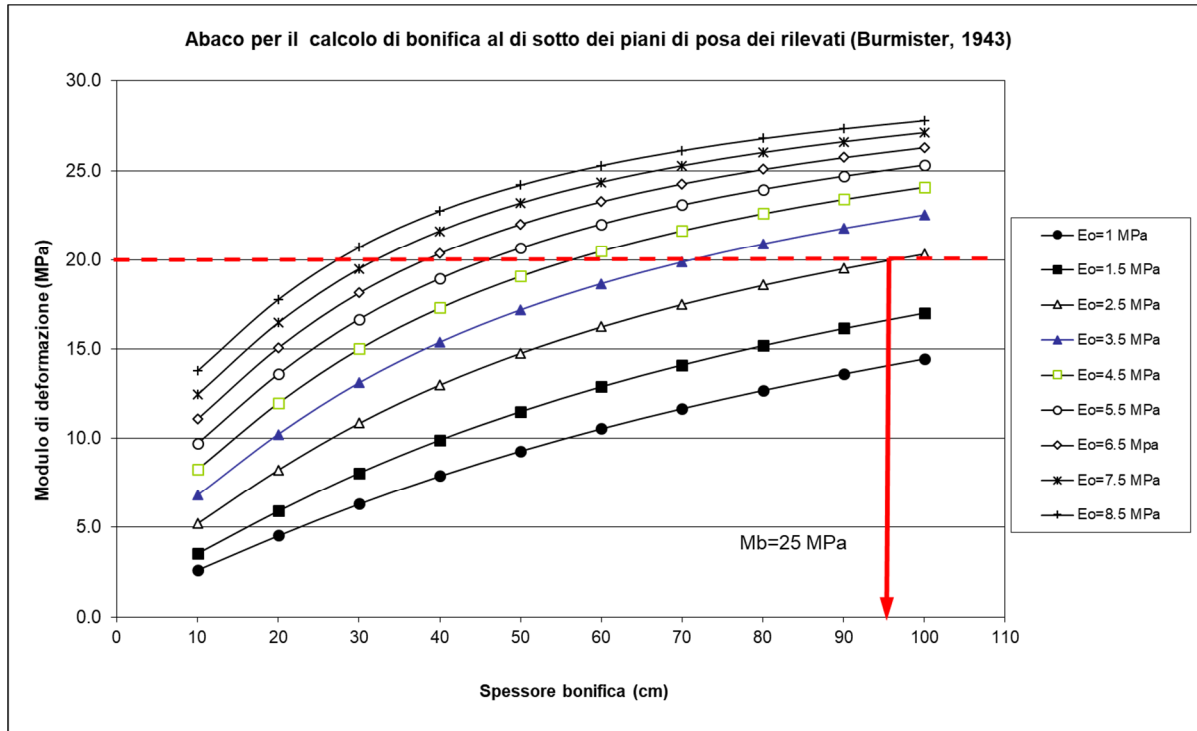


FIG. 26 - VERIFICA TRATTO 3

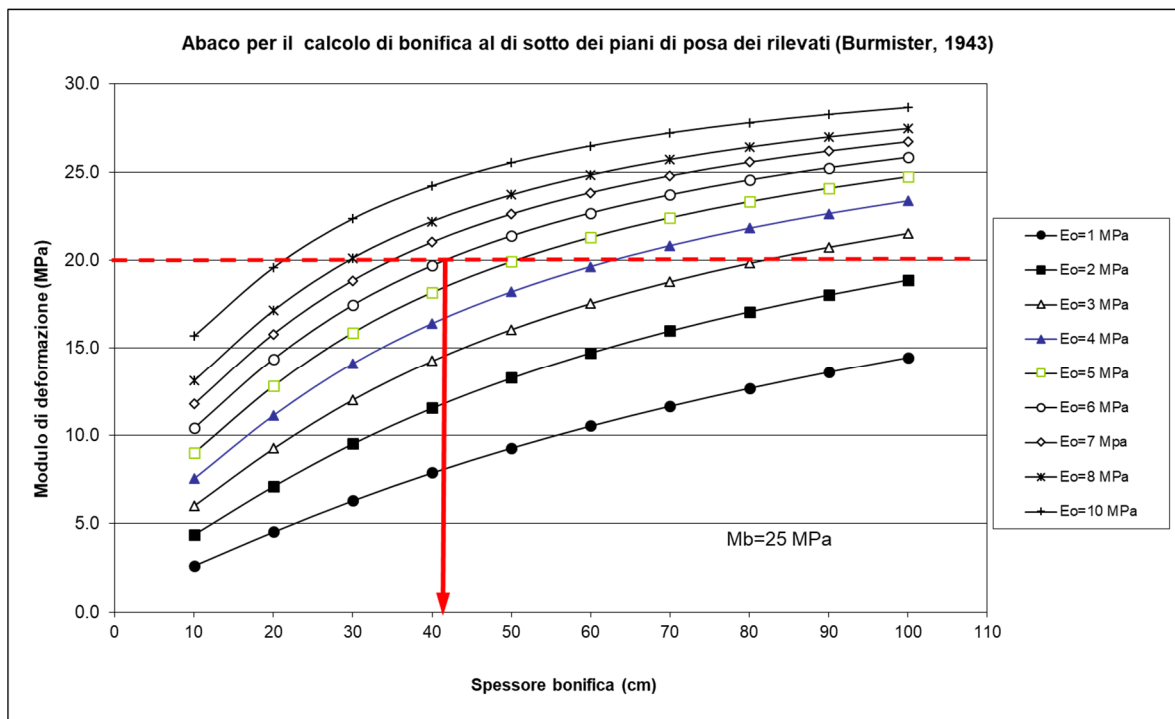


FIG. 27 - VERIFICA TRATTO 4

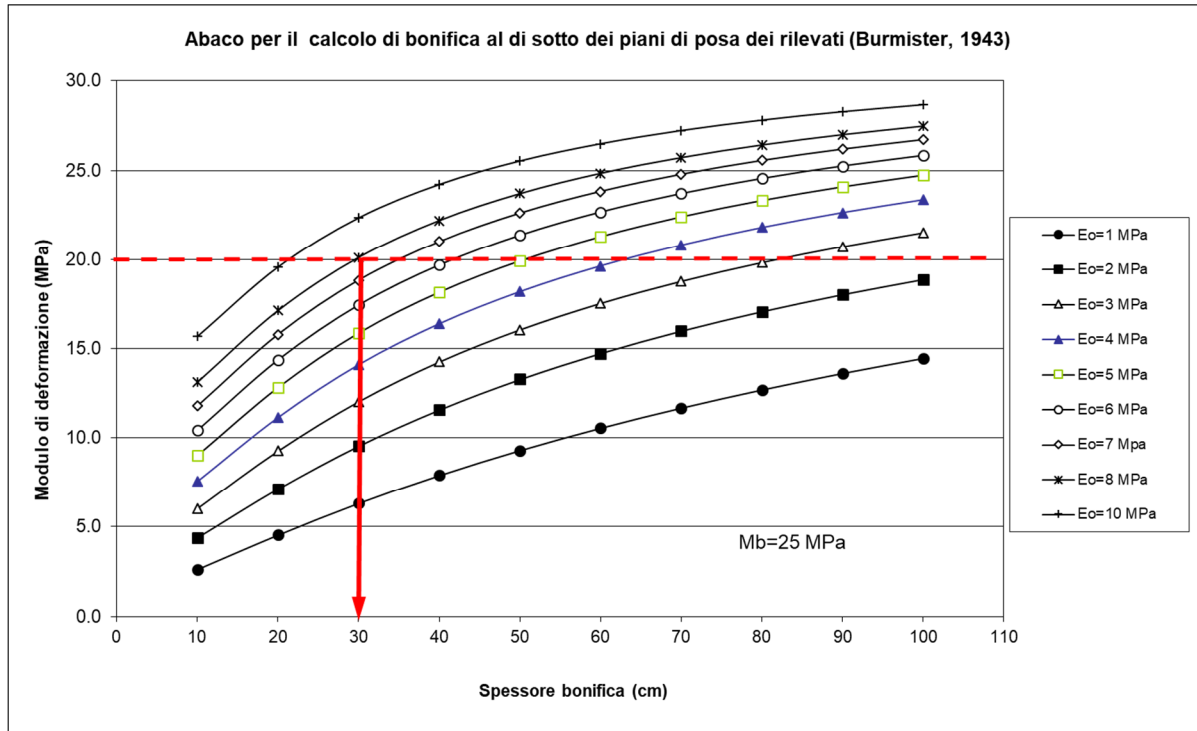


FIG. 28 - VERIFICA TRATTO 5

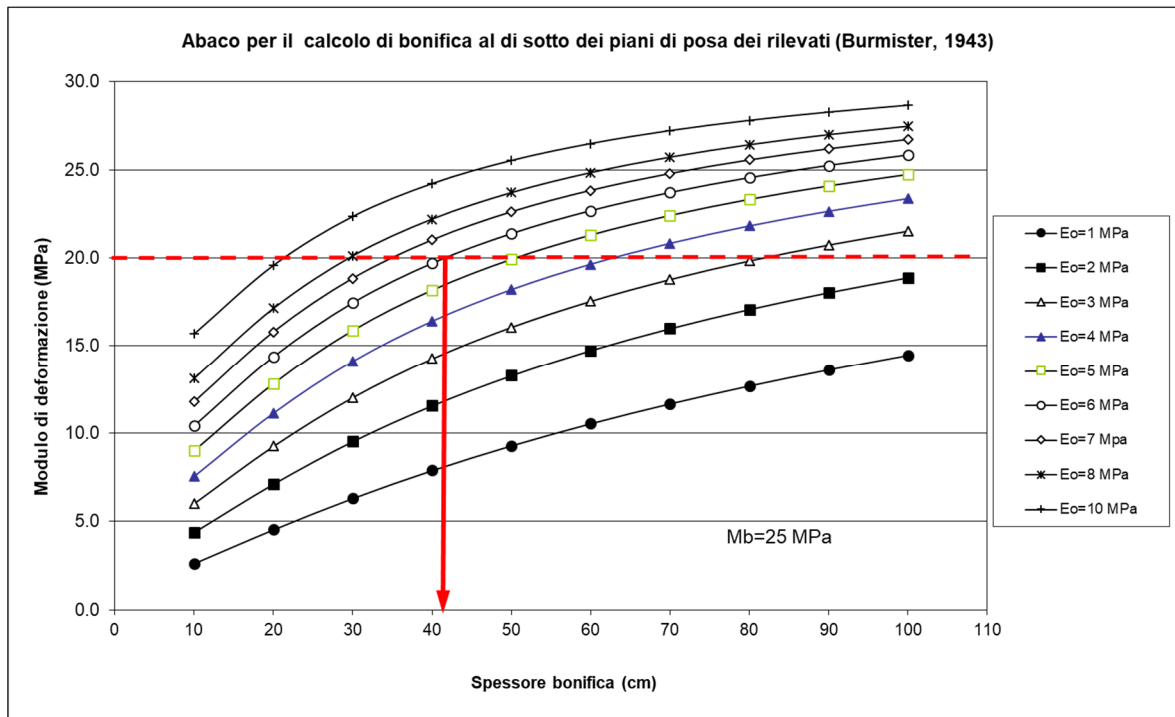


FIG. 29 - VERIFICA TRATTO 6

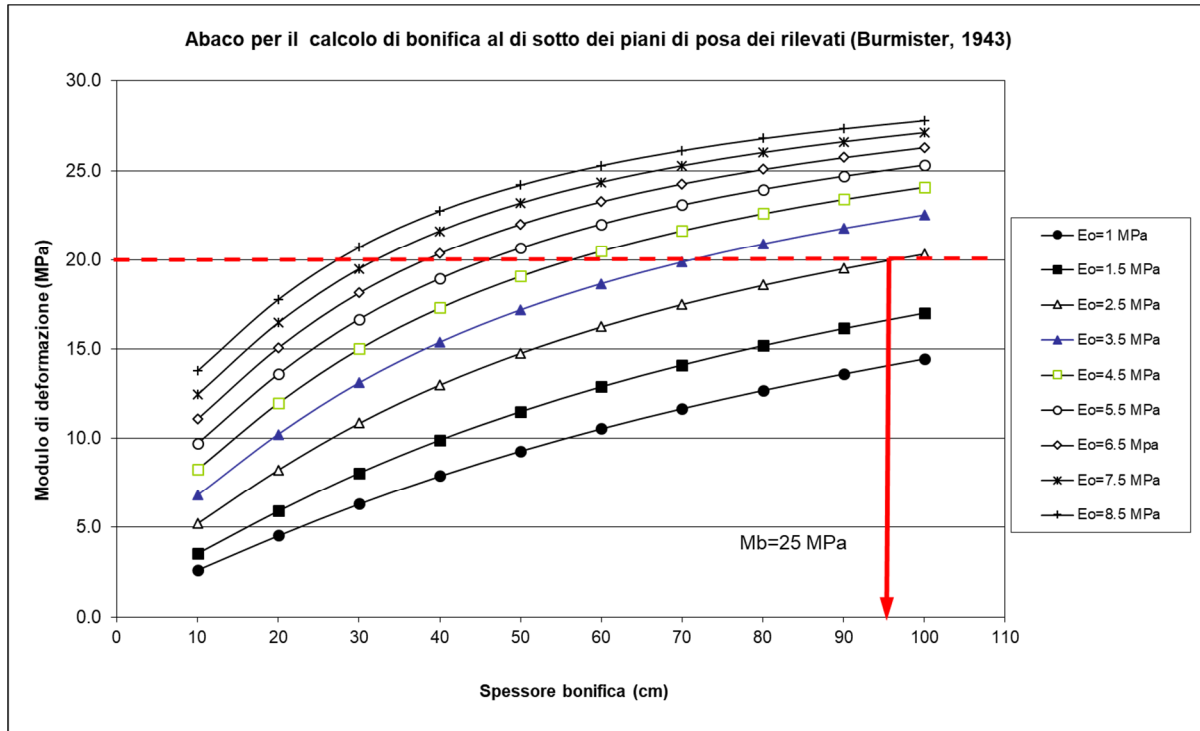


FIG. 30 - VERIFICA TRATTO 7

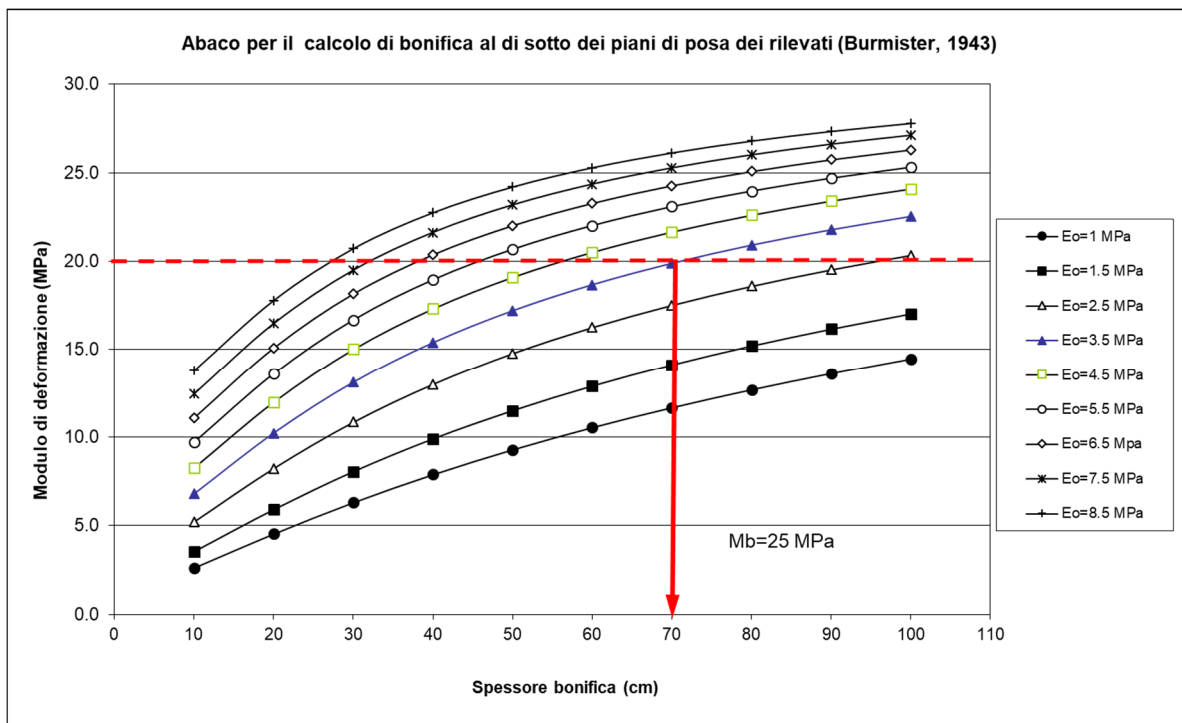


FIG. 31 - VERIFICA TRATTO 8

### 7.3 Valutazione dei cedimenti indotti dai rilevati

Anche in questo caso il cedimento indotto dalla realizzazione dei rilevati è stata valutata solo per i tratti in cui l'ampliamento avviene per allargamento laterale. Il calcolo dei cedimenti è stato effettuato per le stesse sezioni utilizzate per le verifiche di stabilità, poiché si tratta delle sezioni di maggiore altezza, che determineranno i maggiori cedimenti.

Il cedimento dei rilevati può essere determinato ricorrendo alla teoria edometrica.

I metodi tradizionali di calcolo basati sulla teoria edometrica sono ad oggi ancora da preferire rispetto ad analisi numeriche eseguite modellando il terreno con leggi costitutive adeguate.

Un requisito fondamentale per un'affidabile stima dei cedimenti è quello costituito dalla conoscenza dello stato tensionale iniziale e di quello indotto dai carichi.

La valutazione delle tensioni esistenti prima dell'applicazione del carico dovute al peso proprio del terreno, dette tensioni geostatiche, è stata fatta facendo ricorso alla formula seguente dove si assume che la direzione verticale sia direzione principale di tensione:

$$\sigma_{vo}' = \gamma' \cdot z$$

essendo:

$\sigma_{vo}'$  = pressione geostatica verticale efficace;

$\gamma'$  = peso di volume efficace del terreno;

z = profondità dal piano campagna.

Si fa riferimento alle tensioni effettive in quanto il calcolo edometrico per sua natura si riferisce alle condizioni drenate.

La determinazione delle sovratensioni indotte dai carichi esterni,  $\Delta\sigma_v$ , è stata effettuata utilizzando la teoria dell'elasticità, assimilando il terreno di fondazione ad un mezzo continuo, lineare, isotropo ed omogeneo e i carichi agenti come uniformemente ripartiti con intensità linearmente variabile sull'impronta in pianta del rilevato (soluzione di Boussinesq).

Il metodo edometrico viene applicato in via approssimata alle situazioni reali, non strettamente rappresentative delle situazioni edometriche, nelle quali si verifica anche un cedimento istantaneo.

Il cedimento di consolidazione, è stato stimato con la seguente espressione (Fig. 32):

$$s_c = \sum_1^n \frac{\Delta\sigma_v \cdot \Delta z_i}{Eed_i}$$

essendo:

$s_c$  = cedimento di consolidazione;

$\Delta\sigma_v$  = incremento tensionale indotto dal carico;

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	189 di 211



$\Delta z_i$  = altezza dello strato coesivo i-esimo;

$n$  = numero di strati in cui è suddiviso lo strato compressibile (Hc);

$E_{ed_i}$  = modulo edometrico dello strato coesivo i-esimo (in presenza di strati granulari si è utilizzato, in via cautelativa, il valore del modulo elastico in sostituzione del modulo edometrico).

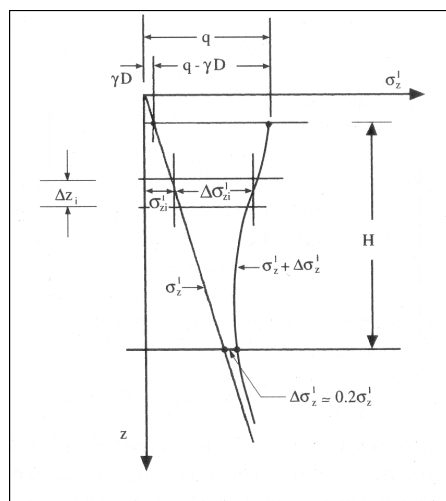


FIG. 32 – CEDIMENTO EDOMETRICO

Sezione	Stratigrafia terreno di fondazione	da m	A m	E (MPa)
262+400	Sabbie	0.0	5.7	37.0
	Limi	5.7	9.4	5.0
	Sabbie	9.4	13.6	37.0
	Limi	13.6	16.0	5.0
	Sabbie	16.0	25.0	37.0
262+675	Argille	0.0	8.0	6.0
	Argille	8.0	12.0	5.0
	Sabbie	12.0	14.5	27.0
	Argille	14.5	16.0	2.5
	Sabbie	16.0	25.0	37.0
269+006	Argille	0	3	6.0
	Limi	3	10	8.0
	Sabbie	10	25	37
270+300	Argille	0.0	2.70	2.5
	Argille	2.7	7.5	3.5
	Limi	7.5	11.4	6.0
	Sabbie	11.4	20	30.0
	Sabbie	20.0	25.0	40.0

TAB. 39 – PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il modulo "RILEVATI" del Programma LOADCAP della Geostru. I parametri geotecnici utilizzati sono quelli della Tab. 39. Il cedimento è stato calcolato per 5 punti "notevoli", che consentono una dettagliata descrizione dello sviluppo dei cedimenti.

Il sovraccarico indotto dall'ampliamento è stato schematizzato, a favore di sicurezza, come ripartito in piano, come illustrato in Fig. 33.

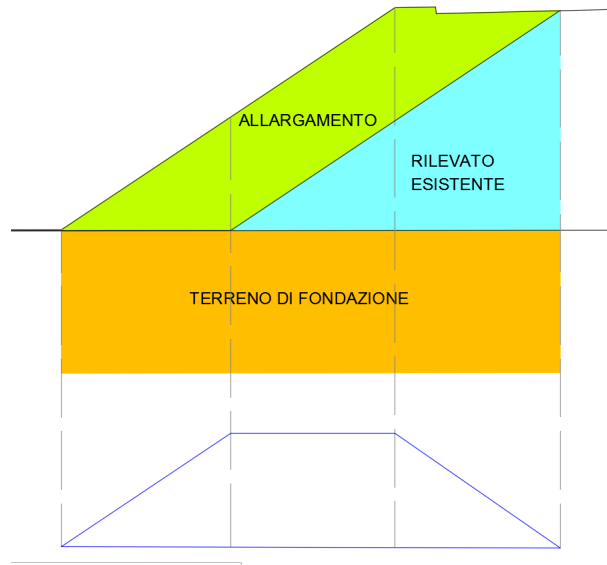


FIG. 33 – SCHEMA DI RIPARTIZIONE IN PIANO DEL CARICO INDOTTO DALL'ALLARGAMENTO

**7.3.1 Risultati delle verifiche dei cedimenti**

7.3.1.1 Sezione 262+400

Riferimento zona	SEZIONE 262+400	
Carico statico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
Carico dinamico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
1/2 Larghezza rettangolo	6.30	m
Larghezza base triangolo	6.9	m
Imposta piano di posa sbancamento	.5	m
Peso unità volume sbancamento	2	t/m <sup>3</sup>
Incremento netto al piano di posa	9.5	t/m <sup>2</sup>
Distanza asse - IV punto a scelta	16	m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	25	m
Altezza rilevato	6.45	m
Peso unità volume rilevato	2	t/m <sup>3</sup>
Peso unità volume fondazione rilevato	2	t/m <sup>3</sup>

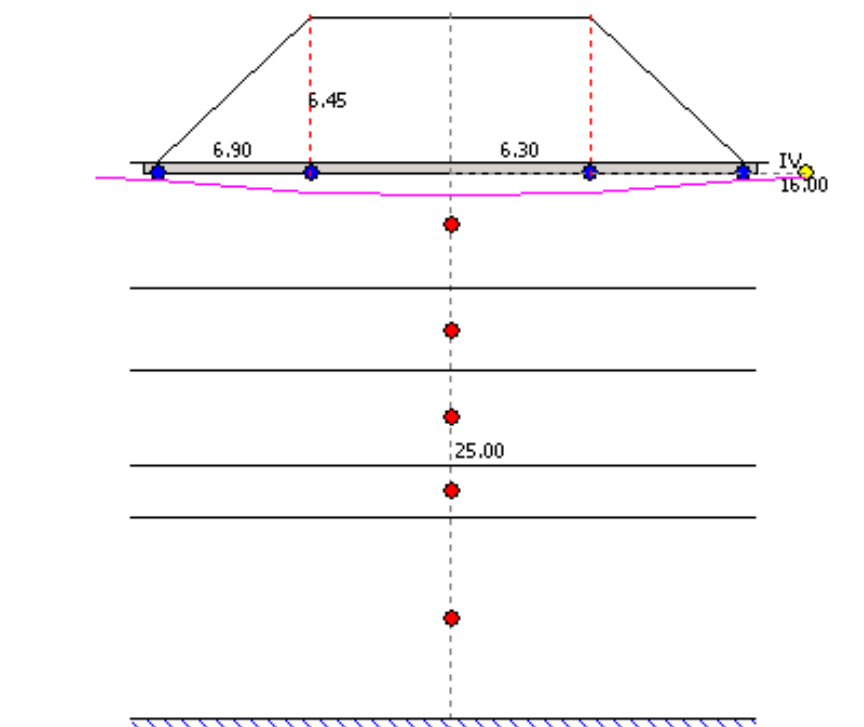
Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato	Modulo edometrico	Grado di consolidazio	Asse (cm)	Bordo esterno	Piede (cm)	IV Punto (cm)
--------	--------------------	-------------------	-----------------------	-----------	---------------	------------	---------------

	m	Kg/cm <sup>2</sup>	ne OCR		(cm)		
1	5.7	370	1	1.482	1.364	0.213	0.059
2	3.7	50	1	5.586	4.834	1.712	0.865
3	4.2	370	1	0.672	0.583	0.275	0.17
4	2.4	50	1	2.389	2.071	1.125	0.768
5	9	370	1	0.94	0.813	0.511	0.385

Cedimenti totali

Asse	11.069	cm
Bordo	9.665	cm
Piede	3.836	cm
IV Punto	2.247	cm



Come si può constatare il cedimento massimo appare abbastanza significativo (circa 11 cm), anche se la stima è sicuramente sopravvalutata in relazione alle ipotesi semplificative introdotte per il calcolo.

In corso d'opera si dovrà valutare lo sviluppo dei cedimenti tenendo sotto controllo il rilevato autostradale a lato dell'intervento.

### 7.3.1.2 Sezione 262+675

Riferimento zona	SEZIONE 262+675
Carico statico sul rilevato	0 t/m <sup>2</sup>
Carico dinamico sul rilevato	0 t/m <sup>2</sup>
1/2 Larghezza rettangolo	1.65 m
Larghezza base triangolo	7.96 m
Imposta piano di posa sbancamento	.5 m

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	192 di 211

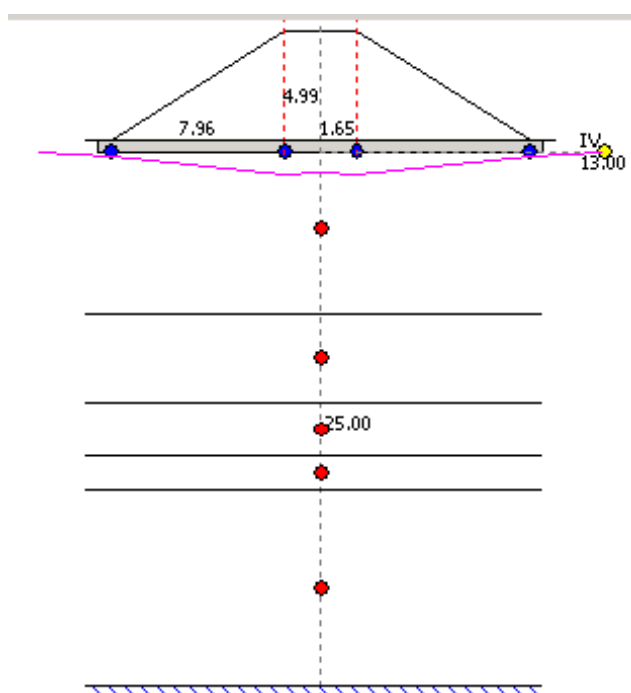
Peso unità volume sbancamento	2	t/m <sup>3</sup>
Incremento netto al piano di posa	5.8	t/m <sup>2</sup>
Distanza asse - IV punto a scelta	13	m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	25	m
Altezza rilevato	4.99	m
Peso unità volume rilevato	2	t/m <sup>3</sup>
Peso unità volume fondazione rilevato	2	t/m <sup>3</sup>

Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	8	60	1	4.806	5.138	0.864	0.097
2	4	50	1	1.692	1.684	0.603	0.2
3	2.5	270	1	0.158	0.154	0.065	0.027
4	1.5	25	1	0.914	0.884	0.398	0.182
5	9	370	1	0.287	0.274	0.138	0.074

Cedimenti totali

Asse	7.857	cm
Bordo	8.134	cm
Piede	2.068	cm
IV Punto	0.58	cm



Come si può constatare il cedimento massimo appare abbastanza significativo (circa 7.8 cm), anche se la stima è sicuramente sopravvalutata in relazione alle ipotesi semplificative introdotte per il calcolo. In corso

d'opera si dovrà valutare lo sviluppo dei cedimenti tenendo sotto controllo il rilevato autostradale a lato dell'intervento.

7.3.1.3 Sezione 269+006

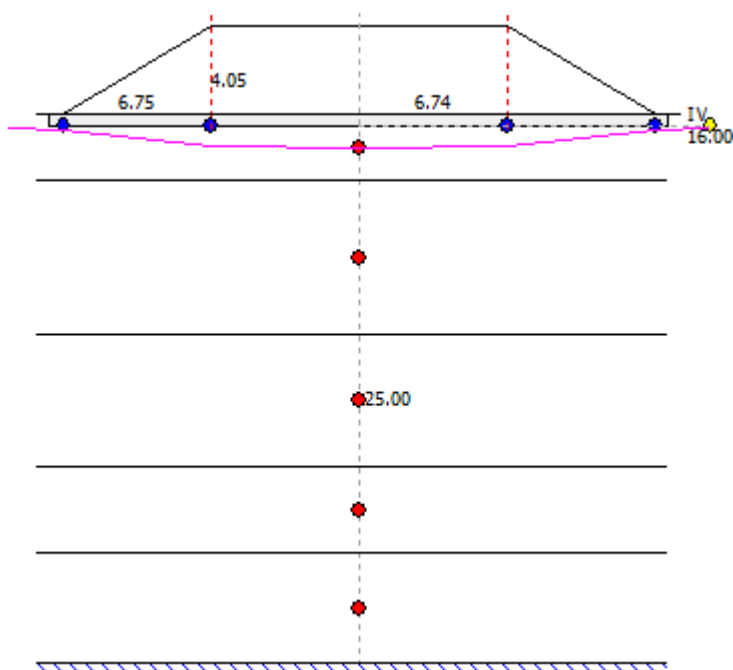
Riferimento zona	Sezione 269+006	
Carico statico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
Carico dinamico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
1/2 Larghezza rettangolo	6.74	m
Larghezza base triangolo	6.75	m
Imposta piano di posa sbancamento	.5	m
Peso unità volume sbancamento	2	t/m <sup>3</sup>
Incremento netto al piano di posa	6.0	t/m <sup>2</sup>
Distanza asse - IV punto a scelta	16	m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	25	m
Altezza rilevato	4.05	m
Peso unità volume rilevato	2	t/m <sup>3</sup>
Peso unità volume fondazione rilevato	1.9	t/m <sup>3</sup>

Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	3	60	1	3.016	2.972	0.267	0.062
2	7	80	1	4.633	3.906	1.264	0.644
3	6	350	1	0.614	0.525	0.27	0.186
4	4	350	1	0.323	0.276	0.167	0.127
5	5	350	1	0.404	0.346	0.228	0.182

Cedimenti totali

Asse	8.990	cm
Bordo	8.025	cm
Piede	2.196	cm
IV Punto	1.201	cm



Come si può constatare il cedimento massimo appare abbastanza significativo (circa 9 cm), anche se la stima è sicuramente sopravvalutata in relazione alle ipotesi semplificative introdotte per il calcolo. In corso d'opera si dovrà valutare lo sviluppo dei cedimenti tenendo sotto controllo il rilevato autostradale a lato dell'intervento.

7.3.1.4 Sezione 270+300

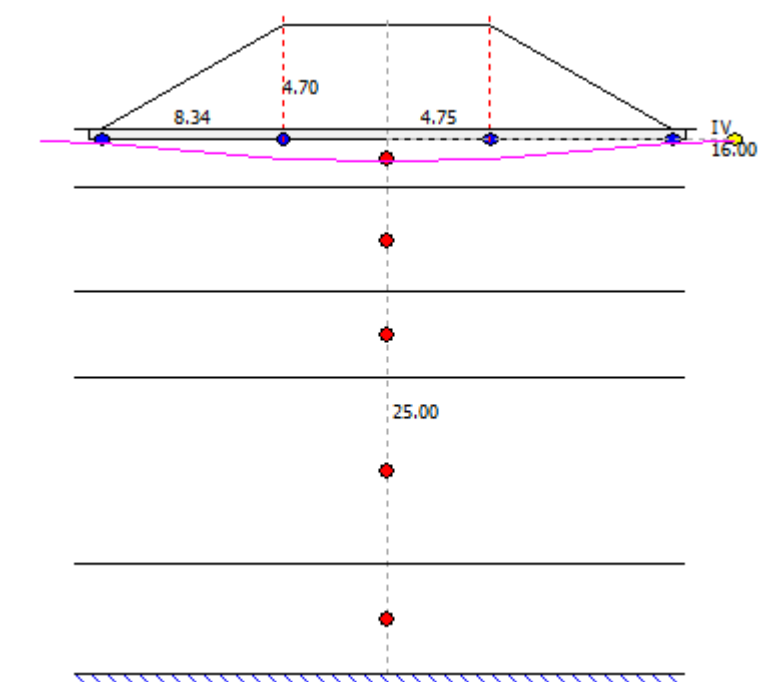
Riferimento zona	Sezione 270+300	
Carico statico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
Carico dinamico sul rilevato	0	t/m <sup>2</sup>
1/2 Larghezza rettangolo	4.75	m
Larghezza base triangolo	8.34	m
Imposta piano di posa sbancamento	0.5	m
Peso unità volume sbancamento	2	t/m <sup>3</sup>
Incremento netto al piano di posa	6.4	t/m <sup>2</sup>
Distanza asse - IV punto a scelta	16	m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	25	m
Altezza rilevato	4.70	m
Peso unità volume rilevato	2	t/m <sup>3</sup>
Peso unità volume fondazione rilevato	1.9	t/m <sup>3</sup>

Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm <sup>2</sup>	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	2.70	25	1	6.887	6.923	0.436	0.081
2	4.8	35	1	7.41	6.919	1.457	0.529
3	3.9	60	1	2.546	2.393	0.845	0.444
4	8.6	350	1	0.68	0.625	0.309	0.203
5	5	350	1	0.354	0.321	0.188	0.138

Cedimenti totali

Asse	17.877	cm
Bordo	17.181	cm
Piede	3.235	cm
IV Punto	1.395	cm



Come si può constatare il cedimento massimo appare significativo (circa oltre 17 cm), anche se la stima è sicuramente sopravvalutata in relazione alle ipotesi semplificative introdotte per il calcolo. In corso d'opera si dovrà valutare lo sviluppo dei cedimenti tenendo sotto controllo il rilevato autostradale a lato dell'intervento.

## 7.4 Valutazione dei tempi di consolidazione dei terreni di fondazione

La Valutazione dei tempi di consolidazione dei terreni di fondazione è stato eseguito con il programma "CONSOLIDATE" della GGU.

Anche in questo caso la verifica è stata effettuata per le stesse sezioni utilizzate per le verifiche di stabilità, poiché si tratta delle sezioni di maggiore altezza, che determineranno i maggiori cedimenti e, di conseguenza, i maggiori tempi di consolidazione.

### 7.4.1 Determinazione teorica dell'andamento dei cedimenti nel tempo

La valutazione dell'andamento nel tempo del cedimento di consolidazione primaria dei terreni coesivi è stata condotta con riferimento alla teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Si calcola il tempo "t" necessario allo sviluppo dei cedimenti corrispondenti al grado di consolidazione U scelto tramite la seguente espressione:

$$t = \frac{T \cdot H_0^2}{c_v}$$

Dove:

T = fattore adimensionale del tempo corrispondente al grado di consolidazione;

H = massimo percorso di drenaggio delle particelle d'acqua all'interno degli strati coesivi;

$c_v$  = coefficiente di consolidazione verticale primaria =  $\frac{k}{\gamma_w \cdot m_v}$ , in cui k è il coefficiente di permeabilità,

$\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua e  $m_v$  è il coefficiente di compressibilità edometrica, pari all'inverso del modulo edometrico Eed.

In questo studio si è scelto di determinare il tempo necessario allo sviluppo del 90% del cedimento primario.


### 7.4.2 Sezioni verificate e risultati

Come già illustrato le sezioni verificate sono le stesse già utilizzate per le verifiche di stabilità e dei cedimenti. In relazione alla complessità della stratigrafia, le verifiche sono state effettuate singolarmente per ciascuno strato coesivo di ciascuna sezione.

Il valore del coefficiente di consolidazione è stato desunto dalle indagini di laboratorio disponibili al contorno; per ciascun orizzonte il valore di  $C_v$  è stato valutato per la pressione litostatica efficace relativa alla profondità media dello strato).

Per la valutazione del sovraccarico indotto dal nuovo rilevato è stato utilizzato lo schema di Fig. 33.

In Tab. 40 sono riportati, per ciascuna sezione, gli strati verificati, con i relativi valori di  $C_v$ , ed i tempi di consolidazione calcolati.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	LOM-GT.1 - Relazione geotecnica	Aprile 2017	0	197 di 211



Quando i tempi di consolidazione sono risultati particolarmente elevati, si è provveduto ad effettuare la verifica anche in presenza di dreni verticali di lunghezza pari allo spessore dello strato e con maglia quadrata di 2.0x2.0 o 2.5x2.5 m.

Nell'ipotesi considerata i dreni verticali dovranno presentare un raggio equivalente pari a 50 mm; inoltre dovranno garantire una portata di scarico assiale minima di 100 m<sup>3</sup>/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 Kn/m<sup>3</sup>).

Sezione	Stratigrafia terreno di fondazione	da m	a m	Cv	Tempo di consolidazione al 90% (gg)		
				(m <sup>2</sup> /s)	senza dreni	con dreni maglia 2.5x2.5 m	con dreni maglia 2.0x2.0 m
262+400	Limi	5.7	9.4	2.10E-06	20	dreni non necessari	
	Limi	13.6	16	2.00E-06	8	dreni non necessari	
262+675	Argille	0	12	6.80E-07	520	78	44
	Argille	14.5	16	5.80E-07	10	dreni non necessari	
269+006	Argille	0	3	7.50E-07	30	dreni non necessari	
	Limi	3	10	2.00E-06	240	25	15
270+300	Argille	0	7.5	6.80E-07	203	78	44

TAB. 40 – SEZIONI VERIFICATE E RELATIVI TEMPI DI CONSOLIDAZIONE

Considerata la durata prevista del cantiere in relazione ai tempi di consolidazione calcolati, si è convenuto con i Progettisti di non prevedere l'inserimento di dreni verticali nel progetto dell'opera.

Nelle figure seguenti sono riportati gli output di calcolo del programma per ciascuna sezione verificata.

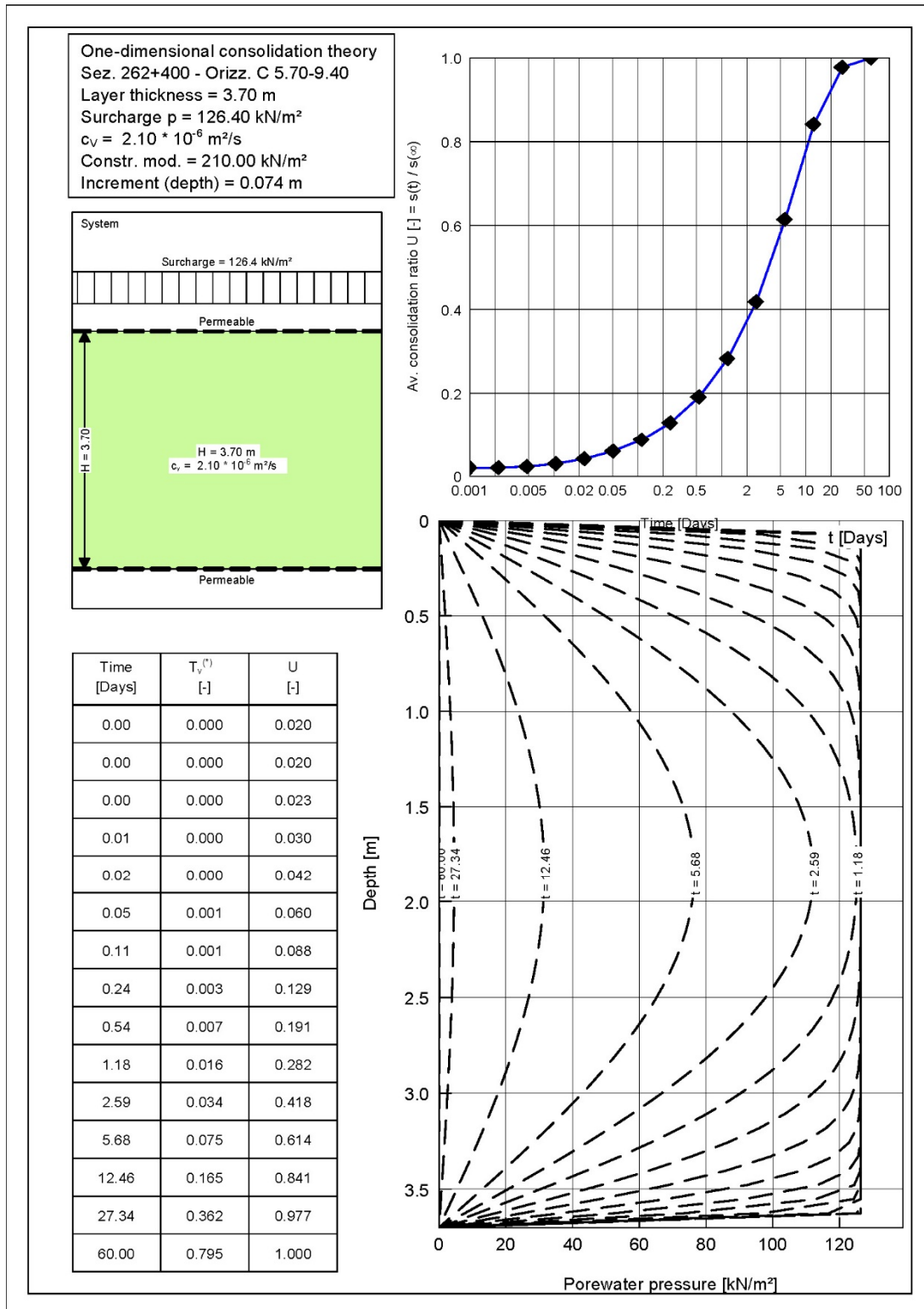


FIG. 34 – SEZ. 262+400 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE C 5.70-9.40 M

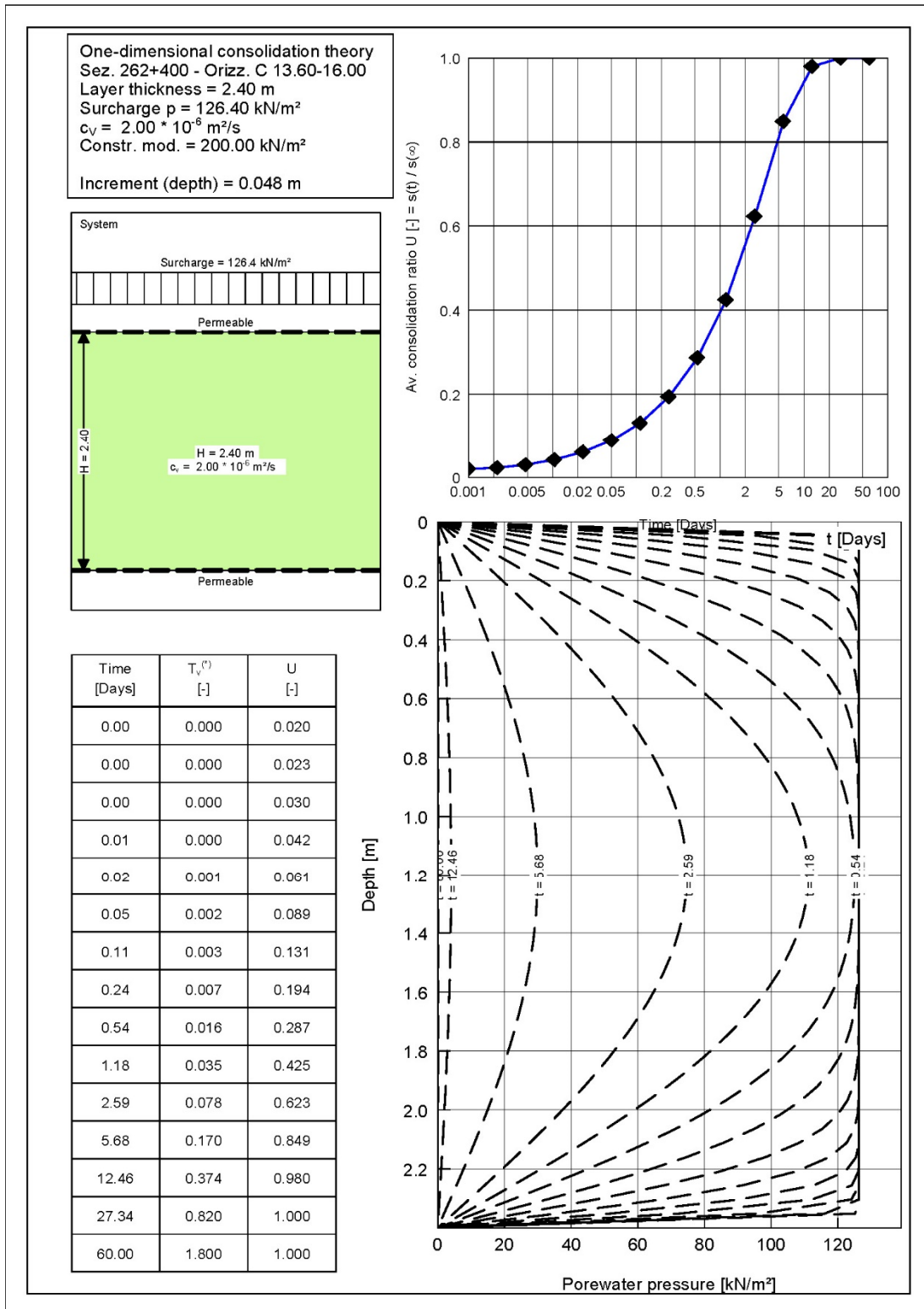


FIG. 35 – SEZ. 262+400 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE C 13.60-16.00 M

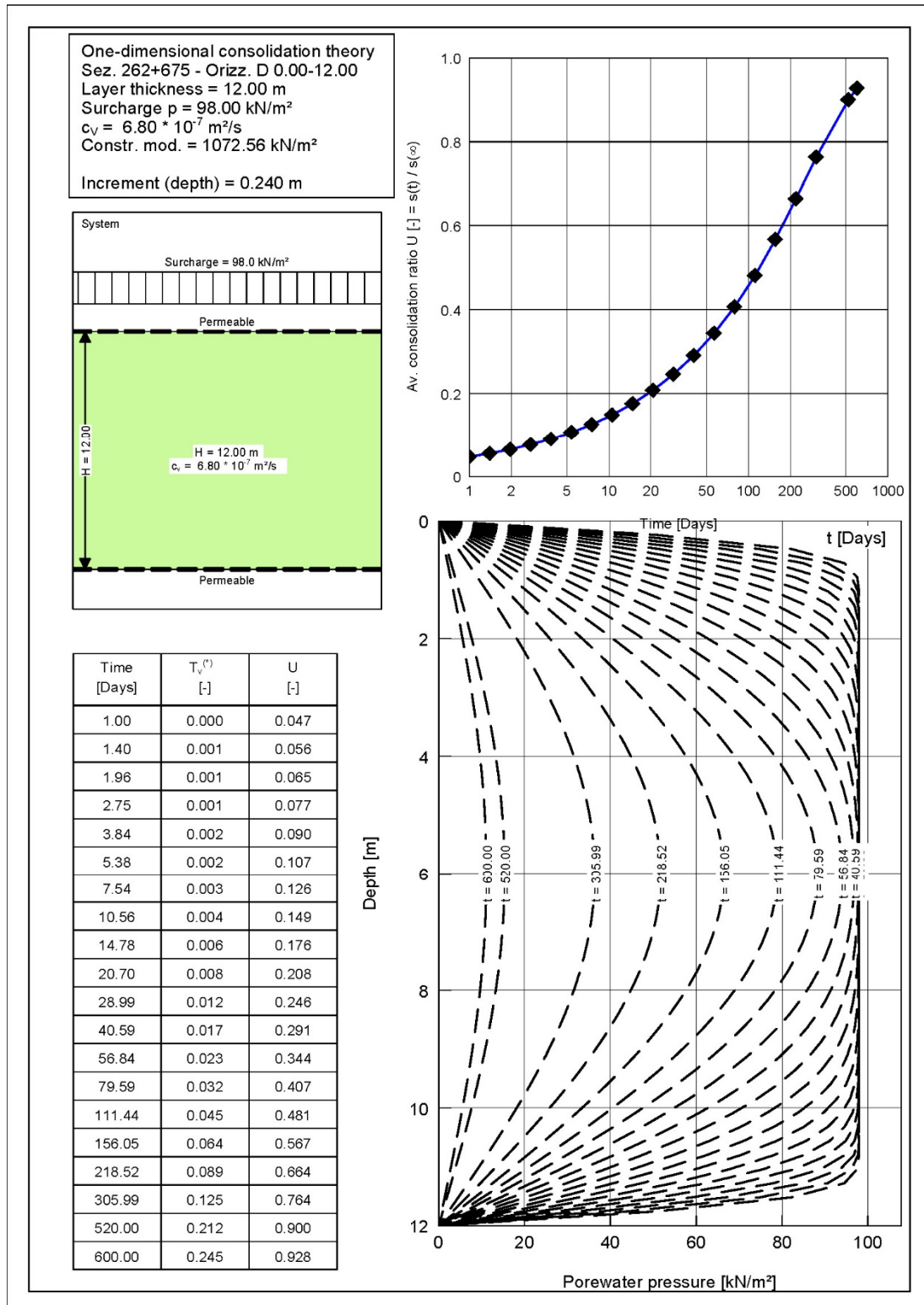


FIG. 36 – SEZ. 262+675 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-12.00 M

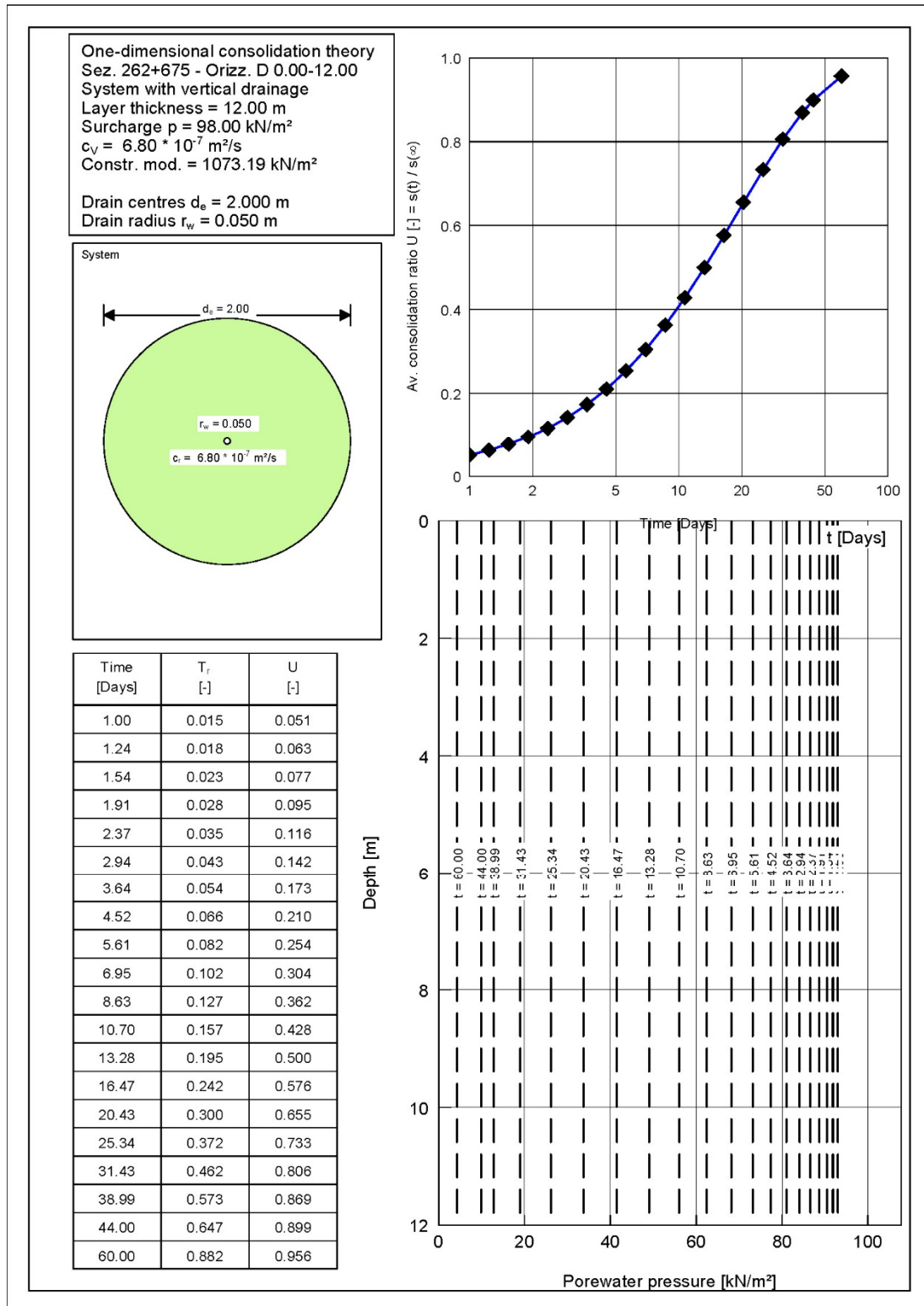


FIG. 37 – SEZ. 262+675 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-12.00 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.00x2.00

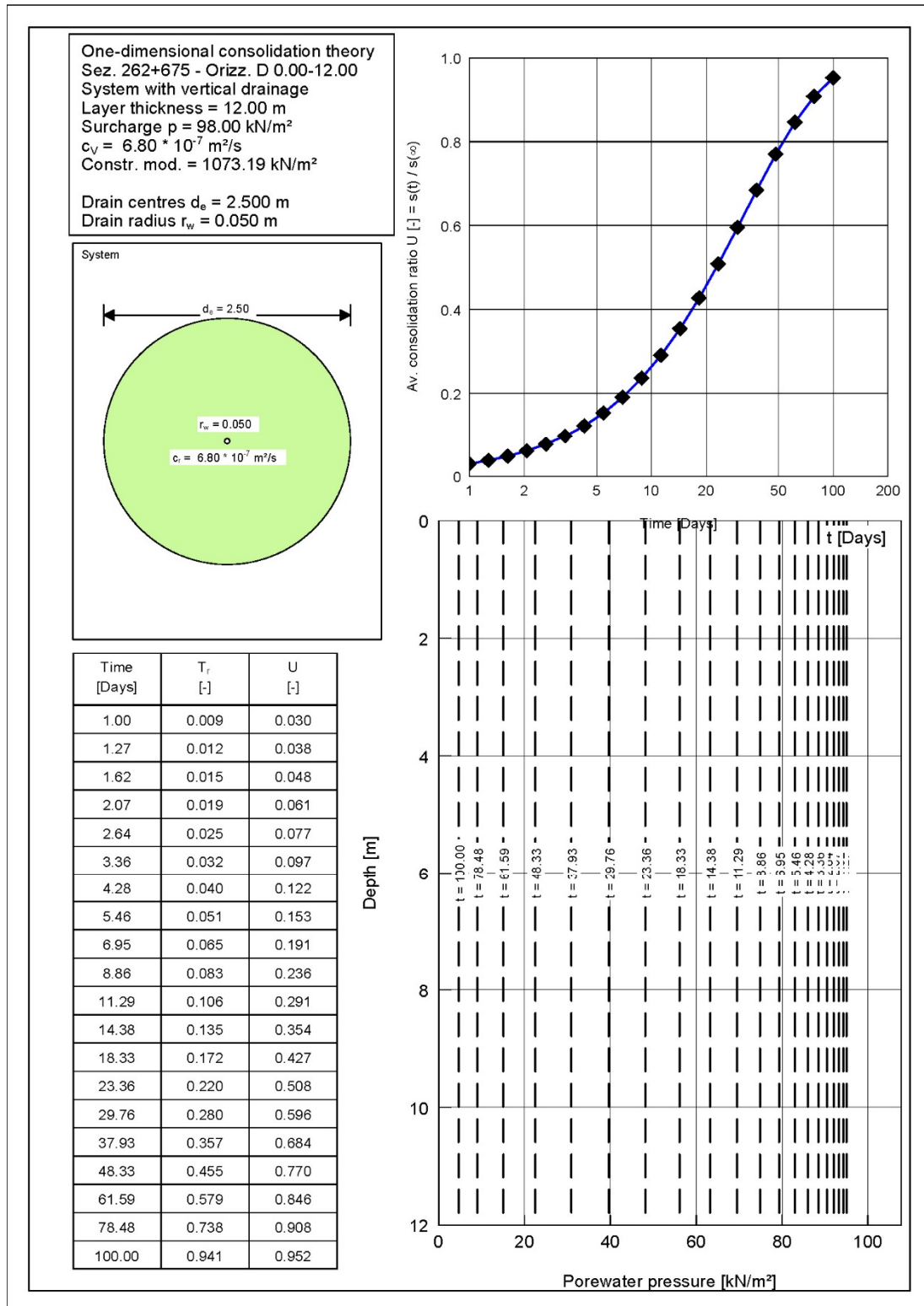


FIG. 38 – SEZ. 262+675 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-12.00 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.50x2.50



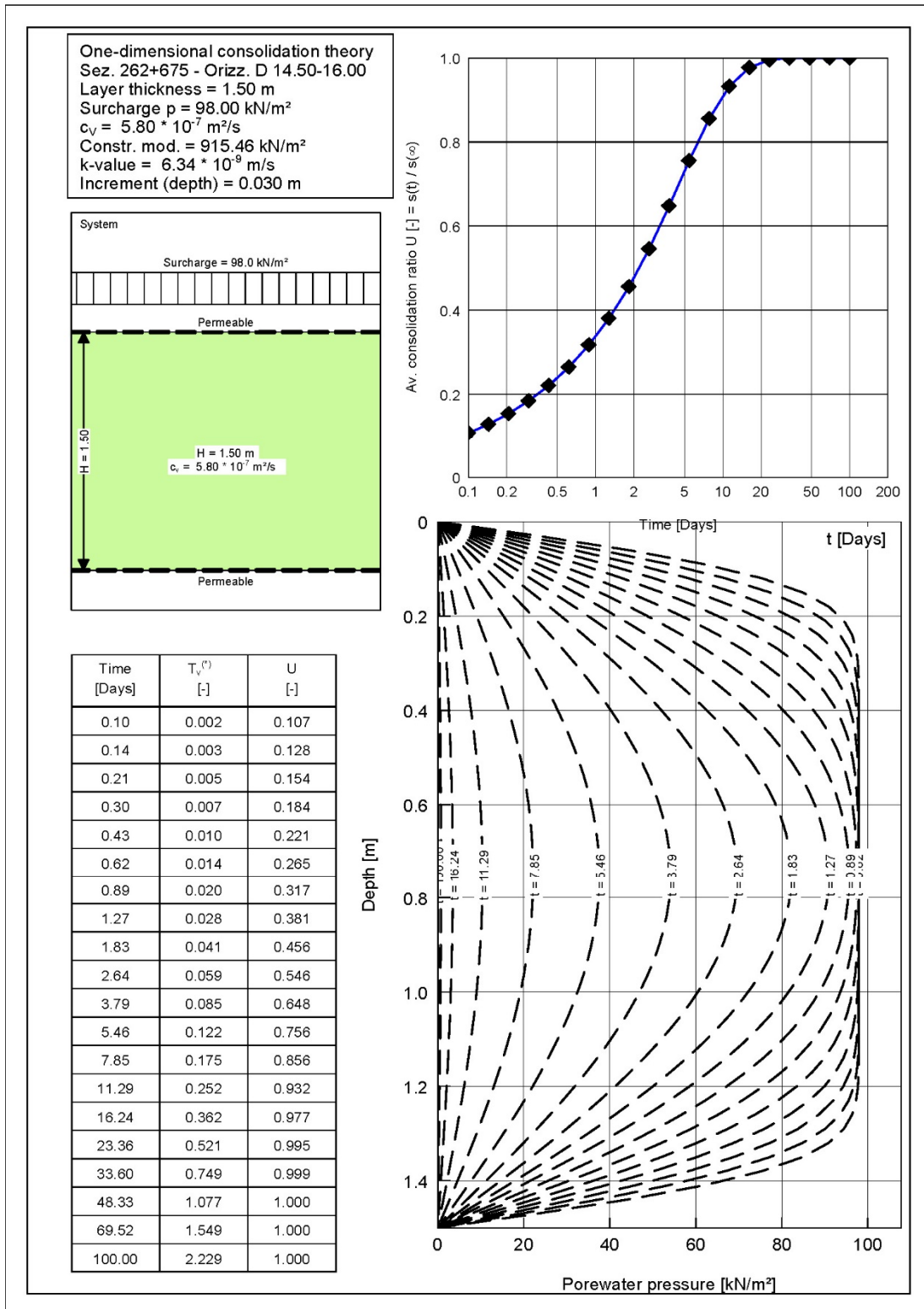


FIG. 39 – SEZ. 262+675 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 14.50-16.00 M

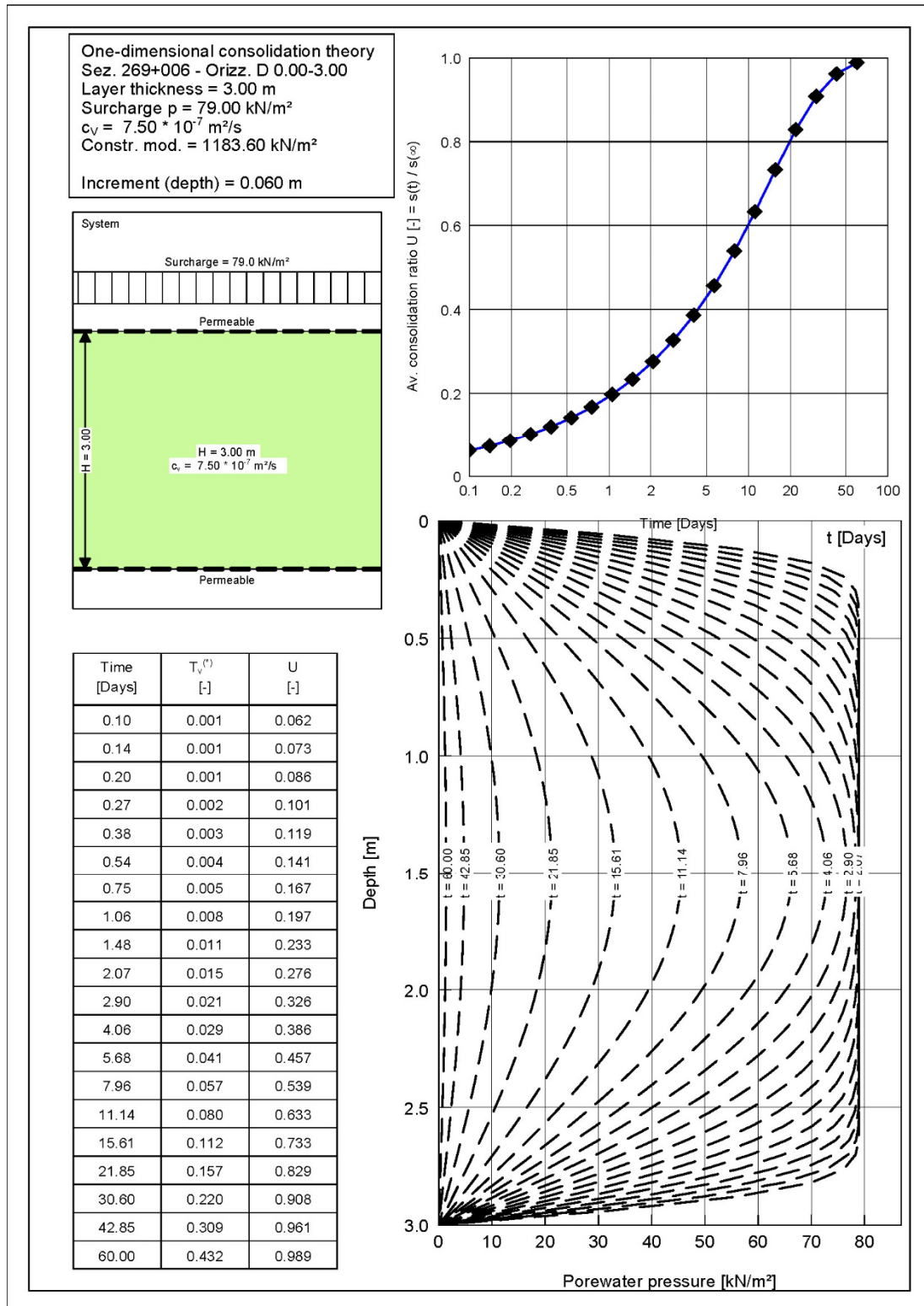


FIG. 40 – SEZ. 269+006 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-3.00 M



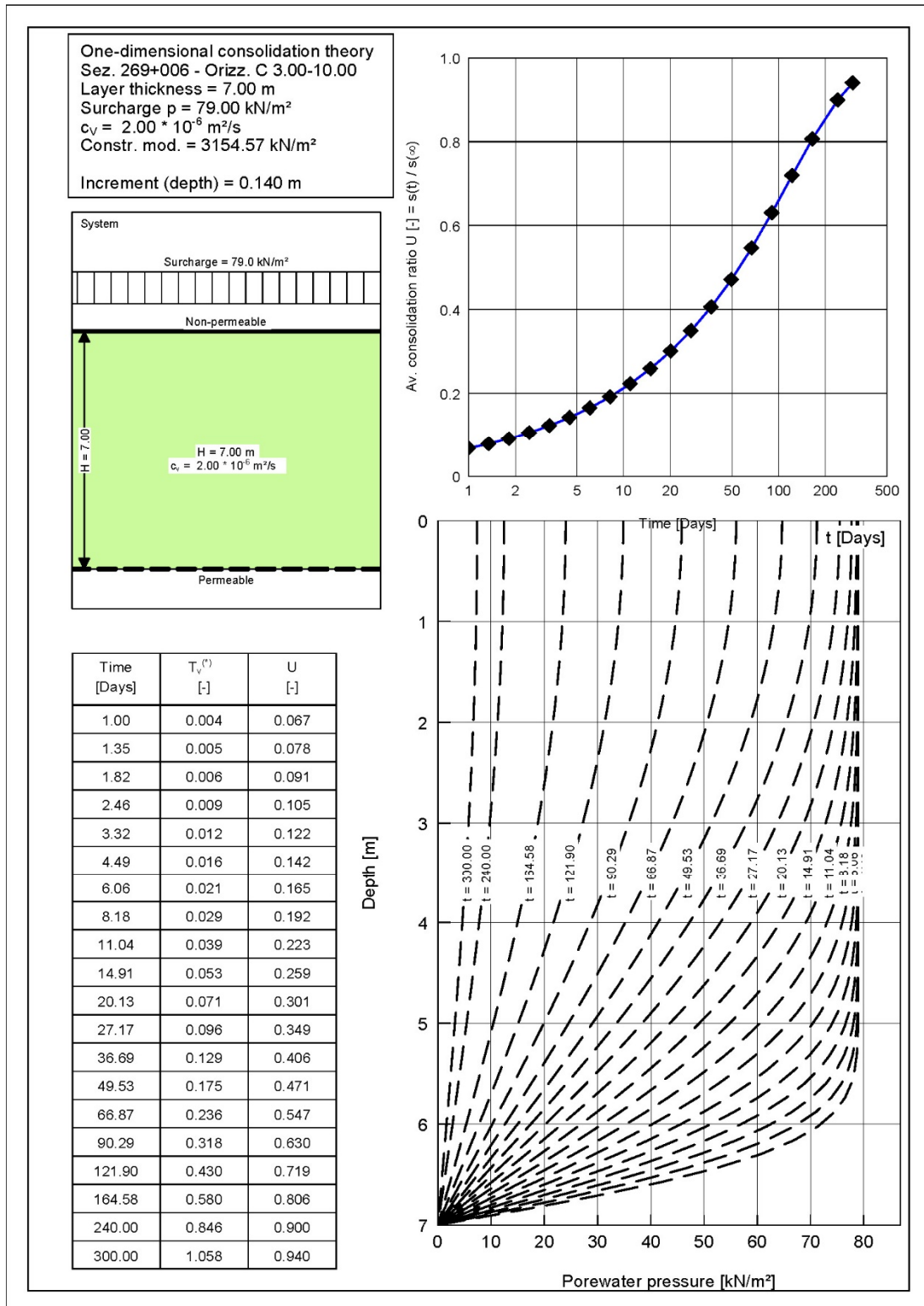


FIG. 41 – SEZ. 269+006 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 3.00-10.00 M

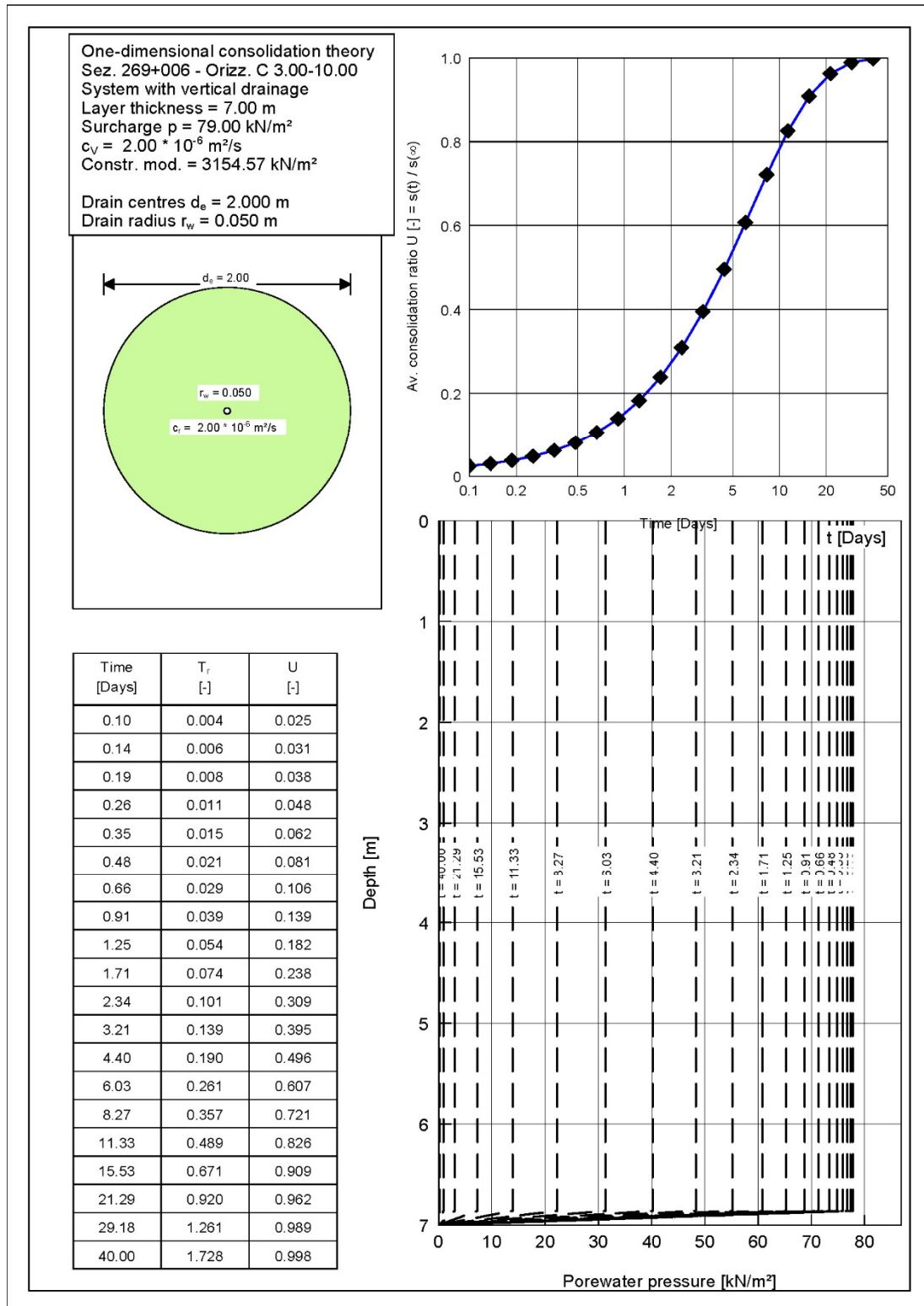


FIG. 42 – SEZ. 269+006 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 3.00-10.00 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.00x2.00 M

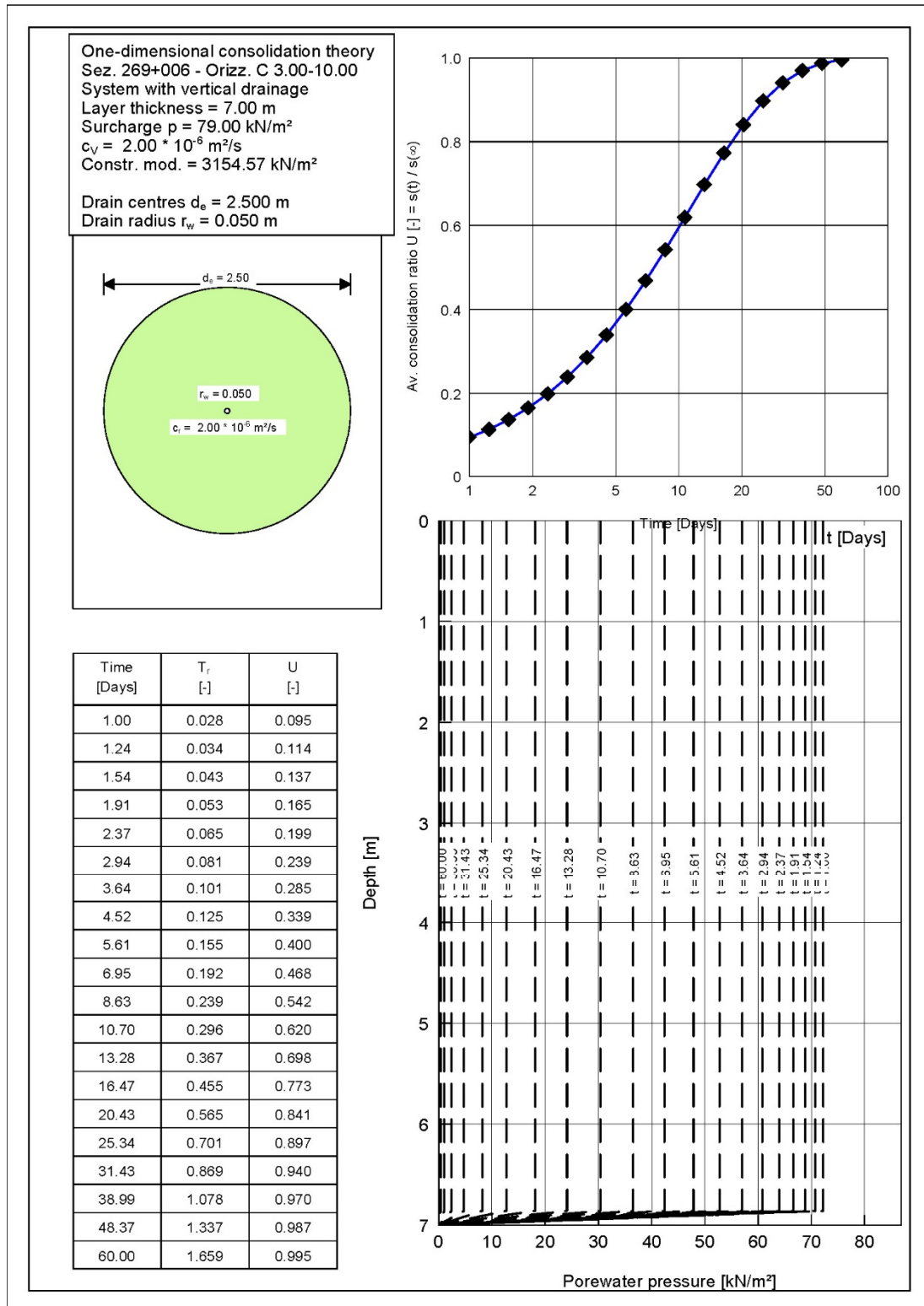


FIG. 43 – SEZ. 269+006 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 3.00-10.00 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.50x2.50 M

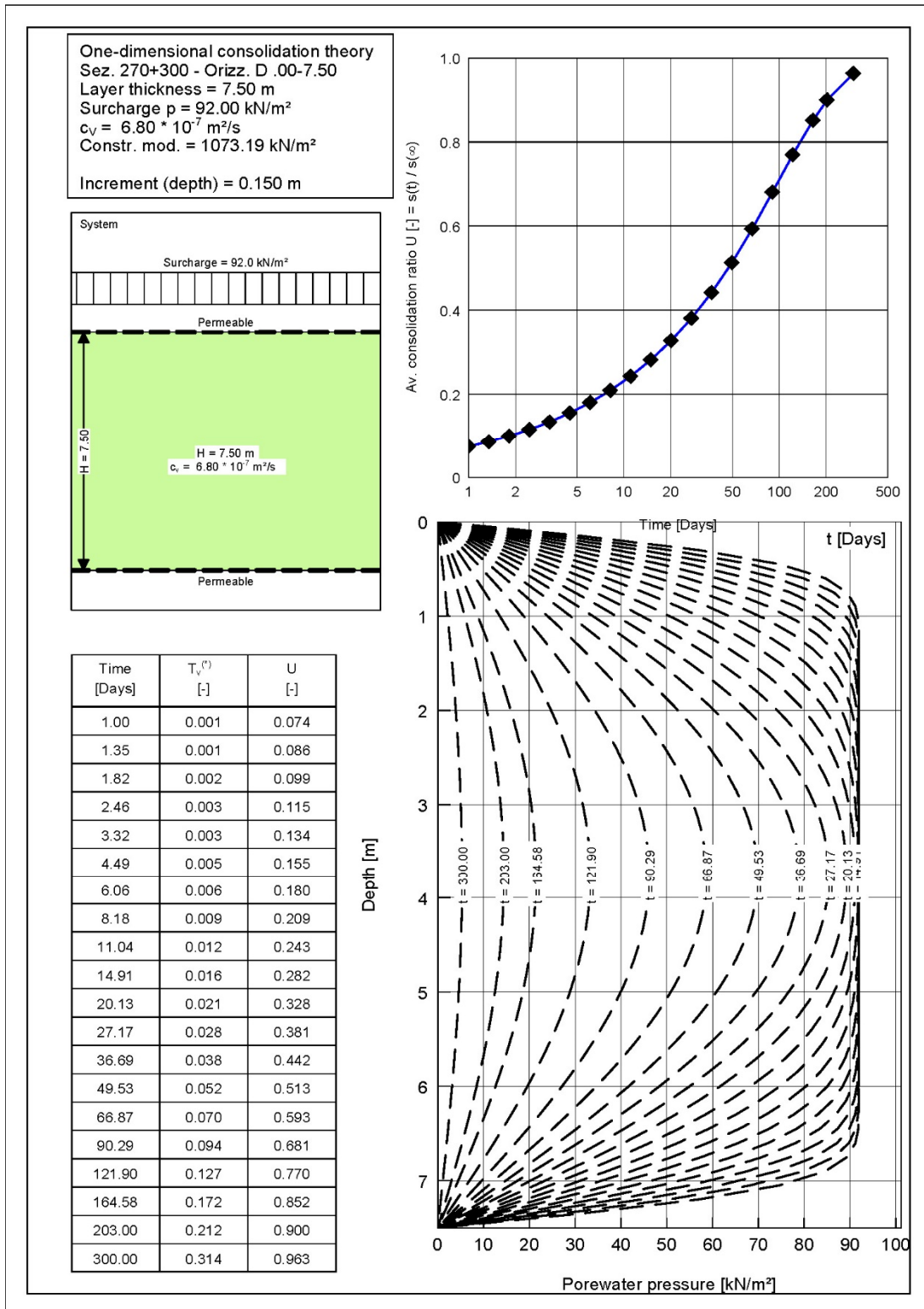


FIG. 44 – SEZ. 270+300 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-7.50 M

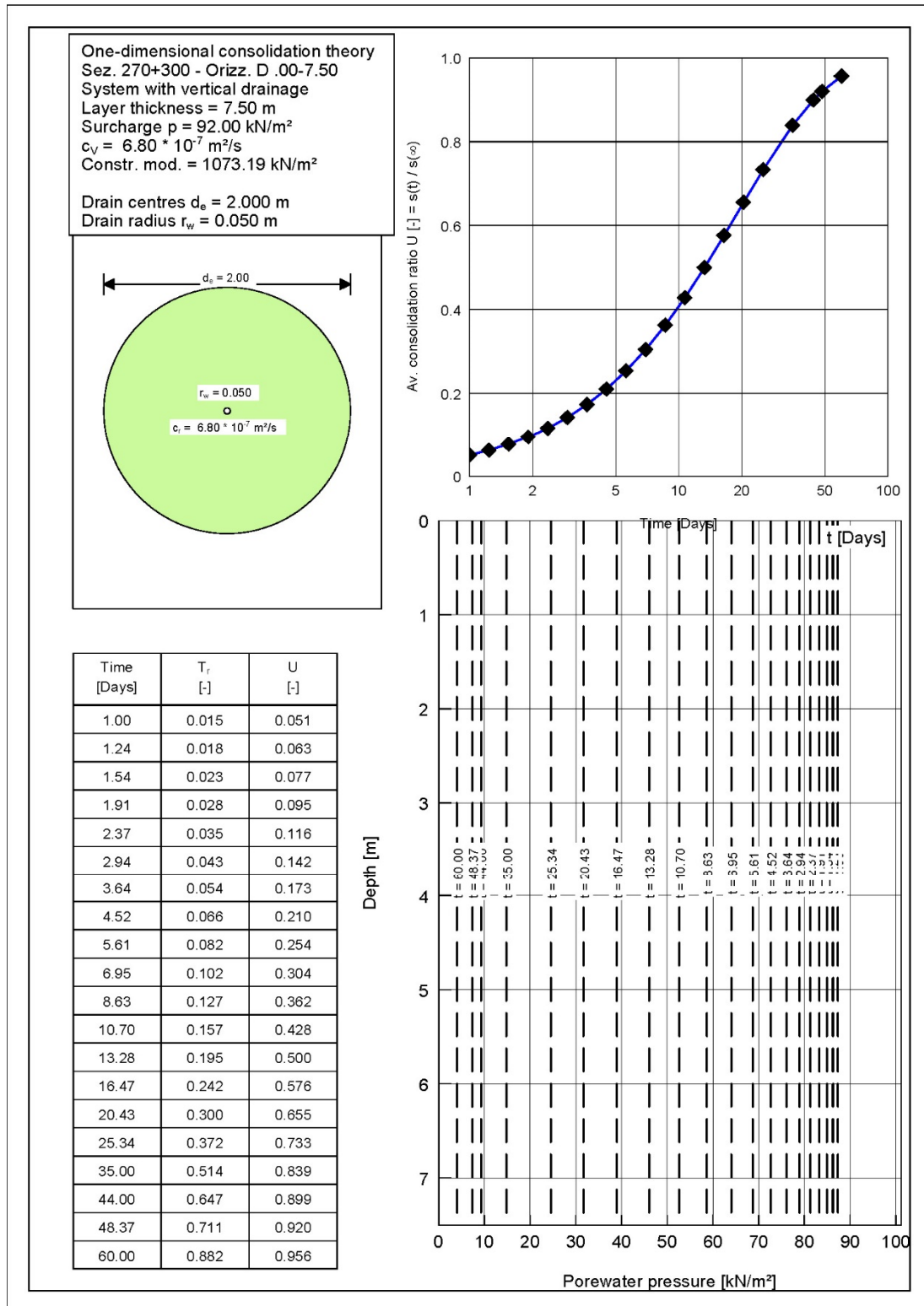


FIG. 45 – SEZ. 270+300 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-7.50 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.00X2.00 M

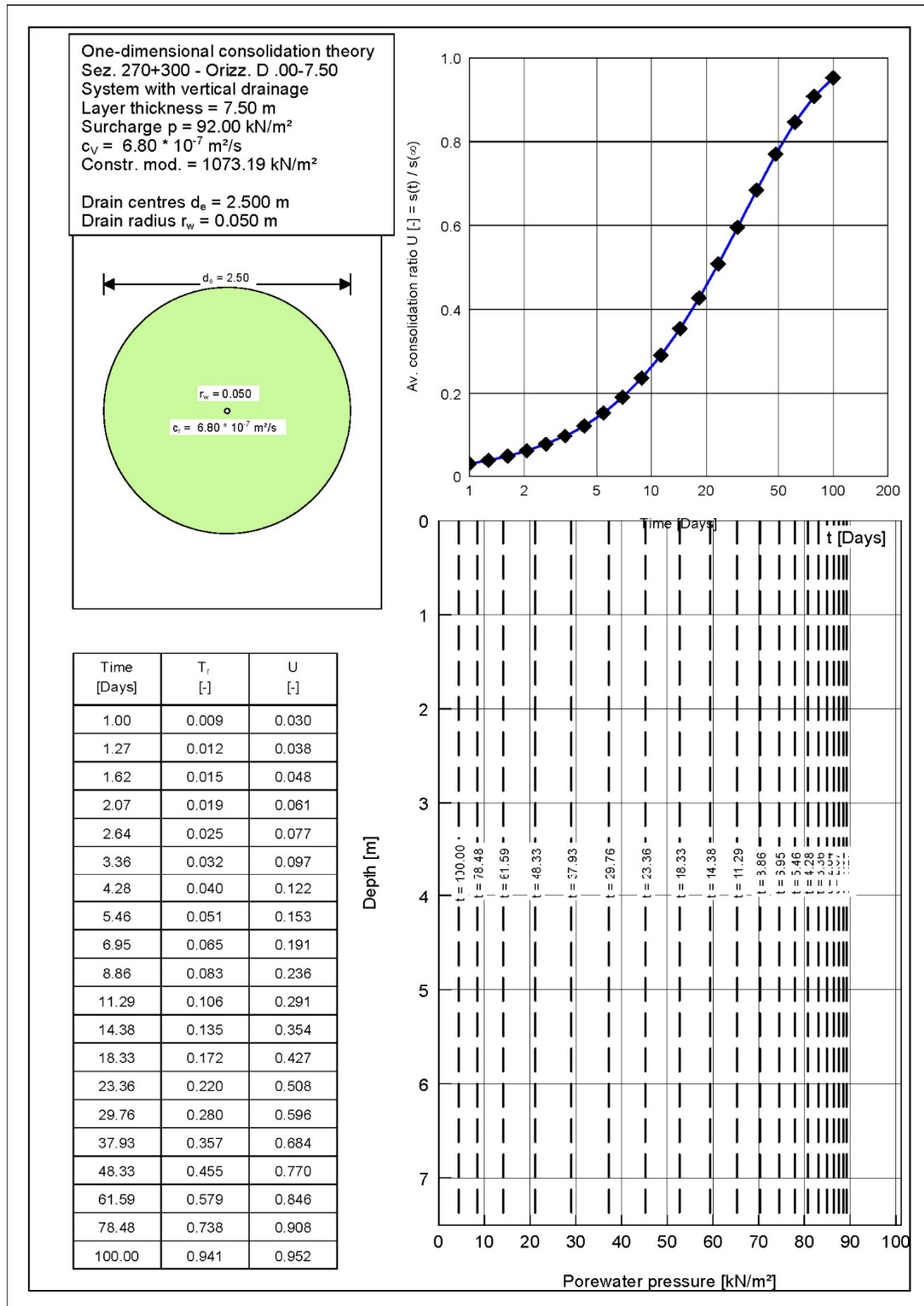


FIG. 46 – SEZ. 270+300 - CALCOLO DEL TEMPO DI CONSOLIDAZIONE ORIZZONTE D 0.00-7.50 M CON DRENI VERTICALI A MAGLIA 2.50X2.50 M