

**MI 27/07 - ESECUZIONE DEI LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DEL RACCORDO
AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VAL TROMPIA - TRONCO
OSPITALETTO - SEREZZO, TRATTO CONCESIO - SAREZZO COMPRESO LO
SVINCOLO DI CONCESIO. LOTTO N.1.**

PERIZIA DI VARIANTE LUMEZZANE

IL DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE <i>Ing. Antonio Delle Chiaie</i>	L'impresa esecutrice 	IL PROGETTISTA: 	 Responsabile dell'integrazione tra le prestazioni specialistiche del progetto Esecutivo di dettaglio: Direttore Tecnico Dott. Ing. Giovanni Piazza Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A-27296 
IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL' ELABORATO <i>Dott. Ing. Giovanni Piazza</i>			
CONSULENZA SPECIALISTICA			
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Giancarlo Luongo</i>			
IL DIRETTORE DEI LAVORI <i>Ing. Giuseppe Zanframundo</i>			
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE <i>Ing. Paolo Salsone</i>	PROTOCOLLO	DATA	

GEOTECNICA

**Caratterizzazione Geotecnica e Sismica
Relazione di Caratterizzazione Geotecnica**

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □		CODICE FILE GTC0001_03		REVISIONE	SCALA:
CODICE ELAB. PVT 00000 R GTC 0001		03		-	
03	Quarta emissione	Agosto 2023	E.Stramacci	E.Stramacci	G.Piazza
02	Revisione per istruttoria ANAS 2020	26/02/2021	P.Lovisolò	A.Aliotta	A.Del Grosso
01	Seconda emissione	30/04/2020	P.Lovisolò	A.Aliotta	A.Del Grosso
00	Prima emissione	30/11/2019	P.Lovisolò	A.Aliotta	A.Del Grosso
Revisione	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Sommario

1. PREMESSA	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1. CAMPAGNE GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO.....	5
2.2. NORMATIVA	5
2.3. BIBLIOGRAFIA.....	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
4. SINTESI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE	11
5. CRITERI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	33
5.1. INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)	33
5.2. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO	35
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE E STRATIGRAFICA	39
6.1. UNITÀ A – LIMI ARGILLOSI SUPERFICIALI	39
6.2. UNITÀ B – GHIAIE E SABBIE ALLUVIONALI	41
6.3. UNITÀ C – RADIOLARITI	47
6.4. UNITÀ D – ROSSO AD APTICI	47
6.5. UNITÀ E – CALCARE DI GARDONE VAL TROMPIA	48
6.6. SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	50
6.7. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA	51
7. ANALISI DI STABILITÀ	57
7.1. METODOLOGIA DI CALCOLO	59
7.2. SEZIONE 1	61
7.3. SEZIONE 2	64
7.4. SEZIONE 3	67
7.5. SEZIONE 4	69
7.6. SEZIONE 5	72
7.7. SEZIONE 6	75

APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO SOFTWARE SLIDE

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 4.1: TABELLA RIEPILOGATIVA INDAGINI GEOTECNICHE – SAN VIGILIO	12
TABELLA 4.2: TABELLA RIEPILOGATIVA INDAGINI GEOTECNICHE - CODOLAZZA	12
TABELLA 4.3: TABELLA RIEPILOGATIVA INDAGINI GEOTECNICHE - SAREZZO	12
TABELLA 4.4: TABELLA RIEPILOGATIVA INDAGINI GEOTECNICHE - LUMEZZANE	13
TABELLA 4.5: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE SPT – SAN VIGILIO	17
TABELLA 4.6: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE SPT – SAN VIGILIO (INDAGINI PREGRESSE)	18
TABELLA 4.7: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE SPT - CODOLAZZA	19
TABELLA 4.8: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE SPT - SAREZZO	20
TABELLA 4.9: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE SPT - LUMEZZANE	21
TABELLA 4.10: TABELLA RIEPILOGATIVA INDICI RQD - CODOLAZZA	22
TABELLA 4.11: TABELLA RIEPILOGATIVA INDICI RQD - SAREZZO	23
TABELLA 4.12: TABELLA RIEPILOGATIVA INDICI RQD - LUMEZZANE	24
TABELLA 4.13: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO SAN VIGILIO – PARAMETRI FISICI	25
TABELLA 4.14: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO CODOLAZZA – PARAMETRI FISICI	26
TABELLA 4.15: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO CODOLAZZA – PARAMETRI MECCANICI.....	27
TABELLA 4.16: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO SAREZZO – PARAMETRI FISICI.....	28
TABELLA 4.17: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO SAREZZO – PARAMETRI MECCANICI.....	29
TABELLA 4.18: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO LUMEZZANE – PARAMETRI FISICI	30
TABELLA 4.19: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI LABORATORIO LUMEZZANE – PARAMETRI MECCANICI	31
TABELLA 4.20: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC – SAN VIGILIO	31
TABELLA 4.21: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC – SAN VIGILIO	31
TABELLA 4.22: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC –LUMEZZANE	31
TABELLA 4.23: TABELLA RIEPILOGATIVA PROVE DI CARICO SU PIASTRA.....	32
TABELLA 5.1: PARAMETRI PER L'ATTRIBUZIONE DELL'INDICE RMR	36
TABELLA 5.2: ESEMPI DI COEFFICIENTE MI RELATIVO ALLA ROCCIA INTATTA (HOEK E BROWN, 1988; HOEK, KAISER E BAWDEN, 1995)	37
TABELLA 6.1: TABELLA RIEPILOGATIVA PARAMETRI OTTENUTI DA PROVE SPT – SAN VIGILIO	43
TABELLA 7.1: COEFFICIENTE DI RIDUZIONE BS.....	60
FIGURA 3.1: SEZIONE SINCLINALE (A) E CARTA GEOLOGICA DELL'AREA IN ESAME (♦ SITO CODOLAZZA)	8
FIGURA 3.2: SEZIONE SINCLINALE (A) E CARTA GEOLOGICA DELL'AREA IN ESAME (♦ SITO SAREZZO).....	10
FIGURA 4.1: PLANIMETRIA INDAGINI S. VIGILIO.....	13
FIGURA 4.2: PLANIMETRIA INDAGINI CODOLAZZA	14
FIGURA 4.3: PLANIMETRIA INDAGINI SAREZZO	15
FIGURA 4.4: PLANIMETRIA INDAGINI LUMEZZANE	16
FIGURA 5-1: VALORI PROVE SPT E DENSITÀ RELATIVA.....	33
FIGURA 5-2: VALORI PROVE SPT E ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO.....	33
FIGURA 5-3: VALORI PESO DI VOLUME DA SPT E ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (BOWLES, 1988)	34
FIGURA 6-1: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ A CODOLAZZA	40
FIGURA 6-2: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ A LUMEZZANE	40
FIGURA 6-3: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B – S. VIGILIO	41
FIGURA 6-4: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B SONDAGGI INTEGRATIVI – S. VIGILIO	42
FIGURA 6-5: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B SONDAGGI INTEGRATIVI SUDDIVISE PER SONDAGGIO– S. VIGILIO.....	43
FIGURA 6-6: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B - CODOLAZZA	44
FIGURA 6-7: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B – CODOLAZZA – SONDAGGIO S9.....	44
FIGURA 6-8: RISULTATI PROVE DI TAGLIO DIRETTO – CODOLAZZA	45
FIGURA 6-9: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B - SAREZZO	45
FIGURA 6-10: RISULTATI PROVE SPT UNITÀ B - SAREZZO	46
FIGURA 6-11: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI PER MEZZO DEL CRITERIO DI HOEK-BROWN UNITÀ C.....	47
FIGURA 6-12: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI PER MEZZO DEL CRITERIO DI HOEK-BROWN UNITÀ D.....	48

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

FIGURA 6-13: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI PER MEZZO DEL CRITERIO DI HOEK-BROWN UNITÀ E	49
FIGURA 6-14: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI PER MEZZO DEL CRITERIO DI HOEK-BROWN UNITÀ E	50
FIGURA 6-15: PARAMETRI GEOTECNICI AREA S. VIGILIO	50
FIGURA 6-16: PARAMETRI GEOTECNICI AREA CODOLAZZA	51
FIGURA 6-17: PARAMETRI GEOTECNICI AREA SAREZZO	51
FIGURA 6-18: PARAMETRI GEOTECNICI AREA LUMEZZANE	51
FIGURA 6-19: PROFILO STRATIGRAFICO AREA S. VIGILIO	52
FIGURA 6-20: PROFILO STRATIGRAFICO AREA CODOLAZZA	53
FIGURA 6-21: PROFILO STRATIGRAFICO AREA SAREZZO	54
FIGURA 6-22: PROFILO STRATIGRAFICO AREA LUMEZZANE	55
FIGURA 6-23: <i>GEOLOGIA DELLA ZONA DI IMBOCCO CON GIACITURE STRATI ORIENTATI CIRCA 135° NORD E INCLINAZIONE 45-50°</i>	55
FIGURA 7-1: <i>PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO.</i>	57
FIGURA 7-2: <i>PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI MOVIMENTI FRANOSI.</i>	58
FIGURA 7-3: COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI	59
FIGURA 7-4: COEFFICIENTI PARZIALI PER I PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO	59
FIGURA 7-5: COEFFICIENTI PARZIALI PER LE VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	60
FIGURA 7-6: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 1 (CONDIZIONI STATICHE)	62
FIGURA 7-7: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 1 (CONDIZIONI SISMICHE)	63
FIGURA 7-8: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 2 (CONDIZIONI STATICHE)	65
FIGURA 7-9: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 2 (CONDIZIONI SISMICHE)	66
FIGURA 7-10: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 3 (CONDIZIONI STATICHE)	67
FIGURA 7-11: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 3 (CONDIZIONI SISMICHE)	68
FIGURA 7-12: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 4 (CONDIZIONI STATICHE)	70
FIGURA 7-13: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 4 (CONDIZIONI SISMICHE)	71
FIGURA 7-14: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 5 (CONDIZIONI SISMICHE)	73
FIGURA 7-15: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 5 (CONDIZIONI SISMICHE)	75
FIGURA 7-16: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 6 (CONDIZIONI STATICHE)	76
FIGURA 7-17: ANALISI DI STABILITÀ SEZIONE 6 (CONDIZIONI STATICHE)	77

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

1. PREMESSA

Il presente documento si inserisce all'interno della Perizia di Variante Tecnica (PVT) al Progetto Esecutivo, ultimato in data febbraio 2005, incaricata da ANAS, al fine di prevedere l'esecuzione di una infrastruttura stradale a una sola carreggiata, nel tratto compreso tra gli abitati di S. Vigilio, Codolazza, Sarezzo e Lumezzane, con l'inserimento di un nuovo svincolo presso S. Vigilio rispetto a quanto previsto dal Progetto Esecutivo.

In particolare, il presente documento approfondisce la caratterizzazione geotecnica dell'area di progetto, con particolare riferimento alle porzioni ricadenti tra i comuni di Villa Carcina, Concesio, Sarezzo e Lumezzane, per cui è stata completata la campagna geognostica integrativa eseguita nel 2019.

Vengono pertanto riportate in questa sede le caratterizzazioni geotecniche e stratigrafiche relative alle aree di S. Vigilio, Codolazza (Comune di Concesio), Sarezzo (comune di Sarezzo) e di Lumezzane (comune di Lumezzane).

Infine, il presente documento espone le verifiche di stabilità eseguite su alcune sezioni significative lungo lo sviluppo del tracciato.

Il documento è articolato nei seguenti capitoli:

- Premessa (Capitolo 1), descrizione dei riferimenti considerati (Capitolo 2);
- Inquadramento geologico (Capitolo 3)
- Descrizione delle campagne di indagine considerate (Capitolo 4)
- Criteri per la caratterizzazione geotecnica/geomeccanica (Capitolo 5)
- Caratterizzazione geotecnica e stratigrafica (Capitolo 6)
- Analisi di stabilità (Capitolo 7)

Le indagini a cui il presente documento fa riferimento sono riportate nell'elaborato GTC0025.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica e le verifiche di liquefazione si fa riferimento ai contenuti dell'elaborato di progetto Relazione di caratterizzazione sismica (Doc. GTC0002), a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Per quanto riguarda le verifiche delle opere geotecniche di progetto si rimanda invece agli elaborati di calcolo specialistici dedicati.

La Perizia di Variante in oggetto riguarda principalmente l'eliminazione di due opere maggiori, viadotti denominati Viadotto Valgobbia A e Valgobbia B, prevedendo invece dei muri in terra armata piantumati a verde. Tale modifica ha comportato l'aggiornamento delle opere idrauliche interferenti. Il restante tracciato è rimasto inalterato.

Il progetto stradale del tratto in esame non ha comunque subito modifiche plano-altimetriche.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1. CAMPAGNE GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO

Le campagne di indagine geognostica di interesse per la progettazione delle opere geotecniche di accompagnamento alla realizzazione del nuovo tracciato, analizzate nel presente documento, sono di seguito riportate:

- Campagna geognostica di Progetto Esecutivo, la cui documentazione è oggi solo in parte disponibile per le aree in oggetto; in particolare, per le aree di Codolazza e S. Vigilio sono disponibili solamente i profili geotecnici lungo il tracciato riportanti i log stratigrafici in forma schematica e le prove in sito SPT; per l'area di Sarezzo sono invece disponibili alcuni log stratigrafici, corredati di prove di laboratorio.
- Campagna geognostica integrativa 2019 di fase 1, realizzata da Tecnosuolo;
- Campagna geognostica integrativa 2019 di fase 2, realizzata da Tecnoin;

2.2. NORMATIVA

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio, 1994, Associazione Geotecnica Italiana;
- Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche, 1977, Associazione Geotecnica Italiana.

2.3. BIBLIOGRAFIA

- Bowles J.E., 1988, Foundation analysis and design, 5th Edition;
- EPRI, 1990, Manual on estimating properties for foundation design, Cornell University, Ithaca, New York, August;
- Hayati, H. and Andrus, 2009,: Characterizing liquefaction resistance of aged sands deposits, P.90;
- Idriss I.M. and Boulanger R.W., 2008, Soil liquefaction during earthquakes;
- Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E., 1988, "New correlations of penetration tests for design practice" Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando;
- S.S.C. Liao & R.V. Whitman, 1986, Overburden Correction Factors for SPT in Sand: Journal of Geotechnical Engineering, A.S.C.E., v. 112:3, p. 373-377;
- Kulhawy, F.H. and Mayne, P.W., 1990, Manual on estimating soil properties for foundation design. Report EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, 306 p.
- Mayne, P.W. and Kulhawy, F.H., 1982, "K₀-OCR relationships in soil". Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 108 (GT6), 851-872;
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., 2011. CPTI11, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11 (versione 2011);
- Youd, T.L., Idriss, I.M., et al., 2001, Liquefaction resistance of soils: summary report from the NCEER/NSF workshops. Journal of Geotechnical & Geoenviron. Engrg. 127 (10): 817-833

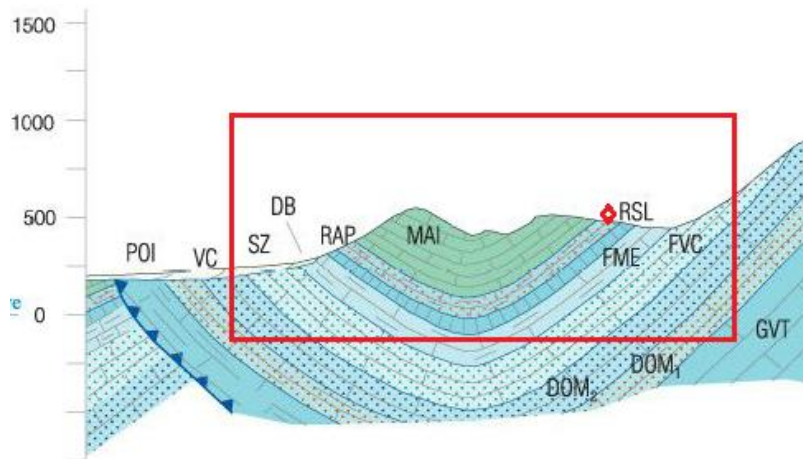
**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

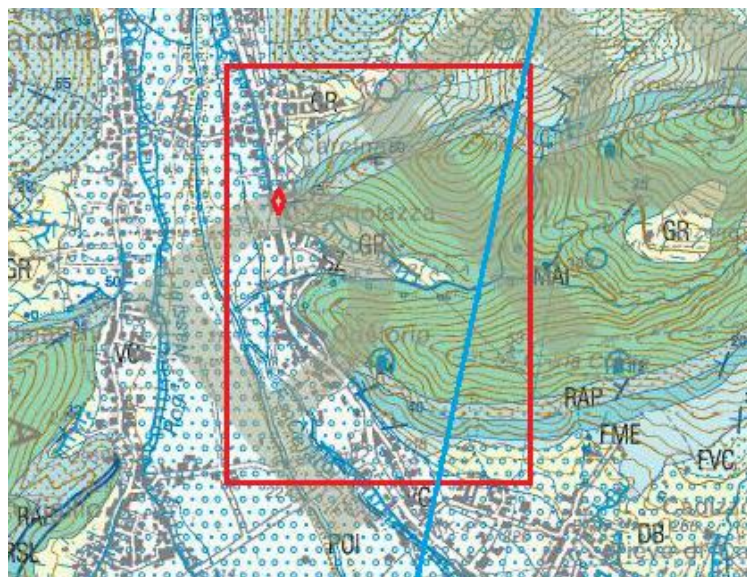
Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici dell'area circostante l'imbocco della galleria di Villa Carcina lato sud, corrispondente all'area di Codolazza, e dell'area presso l'imbocco della galleria Villa Carcina presso lo svincolo di Sarezzo. Tali aspetti, congiuntamente agli aspetti geomorfologici e idrogeologici, sono approfonditi nella Relazione geologica e geomorfologica (Doc. GEO0001), a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Il substrato roccioso del fondovalle del F. Mella e dei versanti montuosi del Monte Palosso circostanti l'area in esame è rappresentato da formazioni calcaree e silicee appartenenti alla successione giurassica del fianco settentrionale della vasta sinclinale che interessa strutturalmente questa parte di territorio: la sinclinale di Costorio.

La sinclinale di Costorio, terziaria ad asse a direzione orobica Est Ovest in corrispondenza della Val di Condigolo, caratterizza la vasta area circostante il Monte Palosso con la tipica forma a «catino» con unità litostratigrafiche più recenti al centro («Maiolica» - Titoniano sup.) e più antiche ai bordi («Corna»-Sinemuriano). La cornice rossa delle figure seguenti (Figura 3.1a e 3.1b) evidenziano, su una sezione ed una pianta, l'insieme delle formazioni rocciose del fianco settentrionale della sinclinale e delle coperture alluvionali plio-quadernarie affioranti nell'area circostante il sito in esame.



(a)



(b)



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Legenda

 <p style="margin-left: 5px;">POI</p>	<p>SINTEMA DEL PO</p> <p>Diamicton massivi o grossolanamente stratificati, a prevalente supporto di matrice; ghiaie eterometriche a supporto clastico; clasti di provenienza locale (depositi di versante). Limi e limi argillosi massivi, con clasti sparsi (depositi colluviali). Ghiaie poligeniche da massive a stratificate con locali livelli di sabbie e limi (depositi alluvionali). Depositi palustri e di torbiera. Travertini. Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate o ancora in evoluzione; profilo di alterazione con profondità inferiore a 50 cm; colore della matrice 2,5 Y ÷ 10 YR. <i>PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE</i></p>
 <p style="margin-left: 5px;">VC</p>	<p>SUPERSINTEMA DEL FIUME MELLA</p> <p>Ghiaie poligeniche a supporto clastico (depositi fluviali). Ghiaie monogeniche a supporto clastico, grossolanamente stratificate; cementazione variabile, pervasiva (depositi di versante e falde detritiche). Superficie limite superiore polifasica, con morfologie ben conservate; copertura loessica assente; profilo di alterazione pluridecimetrico dove non eroso dall'attività antropica, colore della matrice 10 ÷ 7,5 YR. <i>PLEISTOCENE SUPERIORE</i></p>
 <p style="margin-left: 5px;">GR</p>	<p>GRUPPO DI PRATO GRANDE</p> <p>Diamicton, ghiaie massive o mal stratificate, a prevalente supporto di matrice, da centimetriche a decimetriche; limi argillosi massivi; clasti di provenienza locale; locale cementazione (depositi di versante s.l., con locali inclusioni di depositi fluviali di conoide e lacustri; grèzes /itées). Superficie limite superiore poligenica e polifasica, con morfologie da ben conservate ad erose; profilo di alterazione con profondità molto variabile; colore della matrice 10 ÷ 5 YR. <i>PLIOCENE SUPERIORE (?) - PLEISTOCENE</i></p>
 <p style="margin-left: 5px;">DB</p>	<p>SUPERSINTEMA DI DOSSO BAIONE</p> <p>Limi massivi con clasti spigolosi diffusi; ghiaie a supporto clastico; clasti esclusivamente residuali (selce) (depositi di versante e di conoide). Superficie limite superiore polifasica, con morfologie terrazzate; spessore del profilo di alterazione plurimetrico; colore della matrice 7,5 ÷ 5 YR. <i>PLEISTOCENE INFERIORE (?) - PLEISTOCENE MEDIO</i></p>
 <p style="margin-left: 5px;">MAI</p>	<p>MAIOLICA</p> <p>Calcarei pelagici (calciuliti) biancastri e grigio-chiari, in strati di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide, con stiloliti. Noduli e liste di selce, bionda alla base e grigio-nera verso l'alto. Nella porzione superiore sono presenti interstrati di argilliti nere, livelli intraformazionali risedimentati e slumping. Verso la base sono presenti calcari marnosi rosati e verdognoli in strati da centimetrici a decimetrici ("calcarei variegati"), che segnano la transizione al Rosso ad Aptici. Il contenuto fossilifero è costituito da calcipionelle, aptici, foraminiferi, radiolari, e frequenti associazioni a nannofossili calcarei. Spessore: 200-250 m. <i>TITONIANO SUPERIORE - APTIANO INFERIORE</i></p>

GRUPPO DEL 'SELCIFERO LOMBARDO' SM

 <p style="margin-left: 5px;">RAP</p>	<p>ROSSO AD APTICI</p> <p>Calcarei marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, di colore prevalentemente rosso, in banchi e strati, con selce rossastra o talora verdognola per lo più disposta in listarelle. Il passaggio con la soprastante Maiolica è di norma caratterizzato dalla presenza di "calcarei variegati", rosati e verdognoli, e localmente da facies brecciate (riferibili presso Polaveno al Valanginiano inferiore). Sono presenti aptici, belemniti e, nelle microfacies, anche radiolari, rare spicole di spugna, ostracodi e lamellibranchi pelagici. Calcitorbiditi a Saccocoma sono presenti nei livelli di età Kimmeridgiano superiore. Spessore: 35-85 m. <i>KIMMERIDGIANO SUPERIORE - TITONIANO INFERIORE</i></p>
 <p style="margin-left: 5px;">RSL</p>	<p>RADIOLARITI DEL SELCIFERO LOMBARDO</p> <p>Selci policrome in strati centimetrici, di colore prevalentemente verdastro nella parte inferiore e rosso nella parte superiore. Localmente si osservano intercalazioni di marne e argilliti. Spessore: 35-65 m. <i>BATHONIANO INFERIORE (?) - KIMMERIDGIANO INFERIORE</i></p>

GRUPPO DI CONCESIO CC

 <p style="margin-left: 5px;">FME</p>	<p>FORMAZIONE DEI CALCARI MEDOLOIDI</p> <p>(corrispondente al membro dei "Calcarei medoloidi" della formazione di Concesio Auct.) Calcarei (calciuliti) e calcari marnosi grigi, bioturbati con listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da marne. Si alternano anche strati calcarenitici gradati e corpi ruditici. Alla sommità si riconosce una litozona caratterizzata da strati sottili rossastrati di calcare marnoso siliceo, ricca di lamellibranchi pelagici orientati. Sono presenti ammoniti riferibili alla Z. Opalinum dell'Aaleniano (<i>Tmetoceras</i> sp., <i>Leioceras</i> sp.) e associazioni a nannofossili calcarei. Spessore: 70-130 m. <i>AALENIANO - BATHONIANO INFERIORE (?)</i></p>
--	---

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

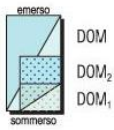


FORMAZIONE DI VILLA CARCINA

(corrispondente al membro dei "Calcarei nocciola" della formazione di Concesio *Auct.*) Calciruditi fini e calcareniti di colore bruno-nocciola, riccamente selciose, in banchi e strati gradati e laminati di natura torbiditica, contenenti frammenti litici e biogeni (abbondanti resti di crinoidi, echinidi e brachiopodi), intercalate a peliti e calcari marnosi. La base della formazione è caratterizzata da una litozona marnosa basale cui fa seguito un potente corpo ruditico ("slump del Caricatore"), esteso tra il Lago d'Iseo e la Val Trompia. Si rinvergono ammoniti e nannofossili calcarei. Spessore: 230-270 m. *TOARCIANO INFERIORE - AALENIANO p.p. ?*

GRUPPO DEL 'MEDOLO' MD

CALCARE DI DOMARO

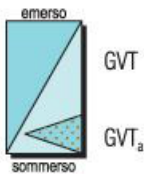


Membro superiore

(a Est del Lago d'Iseo) Calcari (calcilutiti) e calcari marnosi di colore nocciola, biancastri all'alterazione, con noduli ferruginosi e con rare liste di selce bionda, in banchi metrici generati dal rinsaldamento di più strati, alternati ad orizzonti marnosi di spessore decimetrico. Si rinvergono numerose ammoniti, tra cui *Paltarpites* sp., *Fontanelliceras fontanelense*, *Dactyloceras* sp., *Paltarpites cf. jucundus*, *Lioceratoides cf. grecoi*, *Canavaria cf. naxensis*, *Emaciatoceras gr. archimedis*, *Arietoceras gr. algovianum*, *Arietoceras gr. bertrandii*. Spessore: 150-180 m. *DOMERIANO INFERIORE p.p. - TOARCIANO BASALE*

Membro inferiore

(a Est del Lago d'Iseo) Banchi di calcare marnoso grigio-plumbeo, più chiaro e talora giallognolo all'alterazione, intensamente bioturbato, con noduli ferruginosi e listarelle discontinue di selce, in alternanza con marne scure, frequentemente fossilifere. Le ammoniti presenti sono rappresentate da *Rynesoceras ragazzonii*, *Arietoceras aff. apertum sensu MEISTER*, *Protogrammoceras aff. marianii*, *Fucinoceras lavinianum*. Spessore: 100-150 m. *CARIXIANO SOMMITALE - DOMERIANO INFERIORE p.p.*

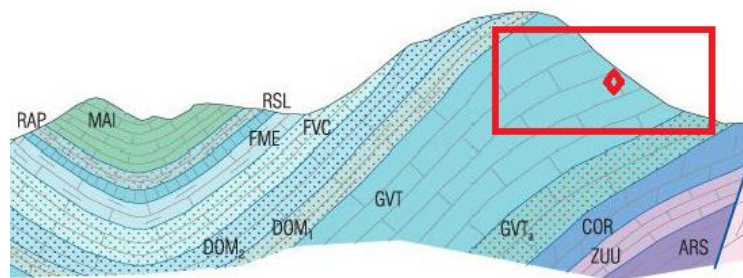


CALCARE DI GARDONE VAL TROMPIA

Calcari (calcilutiti) grigio-nocciola in strati decimetrici, talora bioturbati, alternati a calcareniti fini e calcisiltiti spongolistiche laminate, torbiditiche, ricche di liste e noduli di selce da marroncina a grigio-bluastro. Si riconoscono tra le ammoniti: *Reynesocoeloceras aff. simulans subplanulata*, *Protogrammoceras gr. mellahense-praecurioni*, *Metaderoceras cf. gemmellaroi*, *Uptonia cf. jamesoni*, *Amioceras* sp. Alla base dell'unità breccie e megabreccie per lo più di "Corna", localmente dolomitizzate ("Breccie Basali" *GVT_a*). Spessore: fino ad oltre 400 m.

HETTANGIANO p.p. (?) - CARIXIANO SUPERIORE

Figura 3.1: Sezione Sinclinale (a) e carta geologica dell'area in esame (♦ Sito Codolazza)



1500 —

(a)

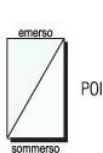
**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



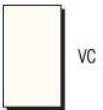
(b)

Legenda



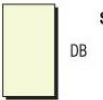
SINTEMA DEL PO

Diamicton massivi o grossolanamente stratificati, a prevalente supporto di matrice; ghiaie eterometriche a supporto clastico; clasti di provenienza locale (depositi di versante). Limi e limi argillosi massivi, con clasti sparsi (depositi colluviali). Ghiaie poligeniche da massive a stratificate con locali livelli di sabbie e limi (depositi alluvionali). Depositi palustri e di torbiera. Travertini. Superficie limite superiore caratterizzata da morfologie ben conservate o ancora in evoluzione; profilo di alterazione con profondità inferiore a 50 cm; colore della matrice 2,5 Y ÷ 10 YR. *PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE*



SUPERSINTEMA DEL FIUME MELLA

Ghiaie poligeniche a supporto clastico (depositi fluviali). Ghiaie monogeniche a supporto clastico, grossolanamente stratificate; cementazione variabile, pervasiva (depositi di versante e falde detritiche). Superficie limite superiore polifasica, con morfologie ben conservate; copertura loessica assente; profilo di alterazione pluridecimetrico dove non eroso dall'attività antropica, colore della matrice 10 ÷ 7,5 YR. *PLEISTOCENE SUPERIORE*



SUPERSINTEMA DI DOSSO BAIONE

Limi massivi con clasti spigolosi diffusi; ghiaie a supporto clastico; clasti esclusivamente residuali (selce) (depositi di versante e di conoide). Superficie limite superiore polifasica, con morfologie terrazzate; spessore del profilo di alterazione plurimetrico; colore della matrice 7,5 ÷ 5 YR. *PLEISTOCENE INFERIORE (?) - PLEISTOCENE MEDIO*



MAIOLICA

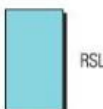
Calcarei pelagici (calcilutiti) biancastri e grigio-chiari, in strati di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide, con stiloliti. Noduli e liste di selce, bionda alla base e grigio-nera verso l'alto. Nella porzione superiore sono presenti interstrati di argilliti nere, livelli intraformazionali risedimentati e *slumping*. Verso la base sono presenti calcari marnosi rosati e verdognoli in strati da centimetrici a decimetrici ("calcarei variegati"), che segnano la transizione al Rosso ad Aptici. Il contenuto fossilifero è costituito da calpionelle, aptici, foraminiferi, radiolari, e frequenti associazioni a nannofossili calcarei. Spessore: 200-250 m. *TITONIANO SUPERIORE - APTIANO INFERIORE*

GRUPPO DEL 'SELCIFERO LOMBARDO' SM



ROSSO AD APTICI

Calcarei marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, di colore prevalentemente rosso, in banchi e strati, con selce rossastra o talora verdognola per lo più disposta in listarelle. Il passaggio con la soprastante Maiolica è di norma caratterizzato dalla presenza di "calcarei variegati", rosati e verdognoli, e localmente da facies brecciate (riferibili presso Polaveno al Valanginiano inferiore). Sono presenti aptici, belemniti e, nelle microfacies, anche radiolari, rare spicole di spugna, ostracodi e lamellibranchi pelagici. Calcitorbiditi a Saccocoma sono presenti nei livelli di età Kimmeridgiano superiore. Spessore: 35-85 m. *KIMMERIDGIANO SUPERIORE - TITONIANO INFERIORE*



RADIOLARITI DEL SELCIFERO LOMBARDO

Selci policrome in strati centimetrici, di colore prevalentemente verdastro nella parte inferiore e rosso nella parte superiore. Localmente si osservano intercalazioni di marne e argilliti. Spessore: 35-65 m. *BATHONIANO INFERIORE (?) - KIMMERIDGIANO INFERIORE*

GRUPPO DI CONCESIO CC

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

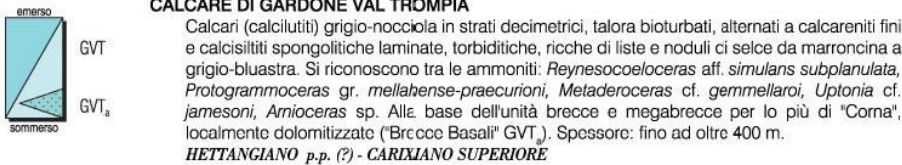


GRUPPO DEL 'MEDOLO' MD

CALCARE DI DOMARO



CALCARE DI GARDONE VAL TROMPIA



CORNA

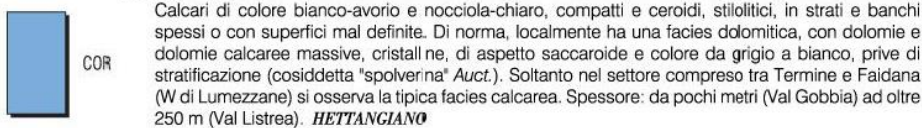


Figura 3.2: Sezione Sinclinale (a) e carta geologica dell'area in esame (♦ Sito Sarezzo)

4. SINTESI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

Le indagini geognostiche disponibili per la redazione del progetto, per l'area di S. Vigilio, Codolazza, Sarezzo e Lumezzane, comprendono le campagne geognostiche integrative eseguite nel 2019, e la campagna geognostica pregressa eseguita a monte della Progettazione esecutiva. In merito alle indagini pregresse, si nota che la documentazione relativa a tali indagini è solo parzialmente disponibile per l'area di Codolazza e S. Vigilio. In particolare, per tali aree è disponibile solamente il profilo geotecnico di Progetto Esecutivo, in cui sono rappresentati i log stratigrafici di 5 sondaggi in area Codolazza e 4 sondaggi in area S. Vigilio, corredati di prove SPT. Nel seguito i sondaggi sono denominati con il medesimo codice utilizzato in sede di Progetto Esecutivo, con l'aggiunta del prefisso "PE_", al fine di distinguere tali sondaggi da quelli integrativi; in particolare per l'area di Codolazza i sondaggi sono denominati S5bis, S302E, S303E/PZ (quest'ultimo non è stato considerato nell'analisi delle prove in sito poiché caratterizzato dalla totalità delle prove SPT a rifiuto), S5TR, S304E. Per l'area di S. Vigilio i sondaggi sono S3_01_E/PZ, S3PZ, S2PZ, S4PZ. Le informazioni evincibili dal profilo geotecnico sono state utilizzate a supporto della caratterizzazione geotecnica, sebbene siano stati considerati come fonte principale di informazione i risultati delle indagini integrative. Per l'area di Sarezzo le indagini pregresse disponibili sono più complete e comprendono log stratigrafico e prove di laboratorio per 4 sondaggi, denominati S3.43E/PZ, S3.44E/PZ, S3.45E/PZ, S3.46E/PZ. Relativamente all'area di Lumezzane le indagini pregresse non sono state prese in considerazione poiché in linea di massima esse risultano distanti dalle opere, tuttavia esse confermano gli spessori individuati dalla campagna di indagini integrativa.

Al fine della caratterizzazione geotecnica la campagna geognostica del 2019 risulta essere la fonte di dati più rilevante. Con l'eccezione dell'area di Sarezzo e Lumezzane, dalla documentazione pregressa di Progetto Esecutivo sono state ricavate le prove in sito SPT e i risultati della caratterizzazione geomeccanica delle unità litoidi, ricavati dalla Relazione geomeccanica della Galleria Villa Carcina (Doc. OP-GN0201).

Si analizzano di seguito le indagini eseguite nel corso della campagna del 2019 suddivise per area.

Durante la campagna di indagine sono stati eseguiti per l'area di S. Vigilio:

- 4 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S01-DH, S02-PZ, S03, S04), di lunghezza compresa tra 20 m e 30 m, corredati di prove in sito SPT, prove di permeabilità, prelievo di campioni rimaneggiati, installazione di piezometro e rilevazione del livello della falda;
- N.1 prova sismica Down-Hole della profondità di 30 metri, realizzata in corrispondenza del sondaggio S1-DH;
- N.1 stendimenti sismici M.A.S.W. della lunghezza complessiva di 46 metri (M3);
- N.6 pozzetti esplorativi con escavatore a profondità di 2 m (Pz1a, Pz1b, Pz2, Pz3, Pz4, Pz5), su cui sono state eseguite prove di carico su piastra.

Durante la campagna di indagine sono stati eseguiti per l'area di Codolazza:

- 7 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo, di lunghezza compresa tra 20 m e 45 m, corredati di prove in sito SPT, prove di permeabilità, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, installazione di piezometri e rilevazioni del livello della falda;
- 1 sondaggio orizzontale di lunghezza 100 m (S11)
- N.1 sezione sismica M.A.S.W. 2D realizzata in corrispondenza dello stendimento sismico L1;
- N.1 prova sismica Down-Hole della profondità di 40 metri, realizzata in corrispondenza del sondaggio S5/DWH;
- N.4 stendimenti sismici M.A.S.W. della lunghezza complessiva di 60.0 metri (M5, M7, M8, M9);
- N.4 pozzetti esplorativi con escavatore a profondità di circa 1 m (Pz6, Pz7, Pz8, Pz9), su cui sono state eseguite prove di carico su piastra.

Durante la campagna di indagine sono stati eseguiti per l'area di Sarezzo:

- 1 sondaggio geotecnico a carotaggio continuo, di lunghezza 30 m, corredato di prove in sito SPT, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, installazione di piezometri e rilevazioni del livello della falda;
- 1 sondaggio orizzontale di lunghezza 70 m (S14bis)
- N.1 sezione sismica M.A.S.W. 2D realizzata in corrispondenza dello stendimento sismico L1;

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- N.1 prova sismica Down-Hole della profondità di 40 metri, realizzata in corrispondenza del sondaggio S5/DWH;
- N.1 stendimento sismico M.A.S.W. (M20);
- N.2 pozzetti esplorativi con escavatore a profondità di 2 m (Pz10, Pz11), su cui sono state eseguite prove di carico su piastra.

Durante la campagna di indagine sono stati eseguiti per l'area di Lumezzane:

- 5 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo (S16, S17, S17bis, S17ter, S18), di lunghezza compresa tra 15 m e 40 m, con esecuzione di prove in sito SPT, prove di permeabilità, prelievo di campioni rimaneggiati e campioni di roccia, installazione di piezometro e rilevazione del livello della falda;
- N.6 stendimenti sismici a rifrazione.

Si riepilogano di seguito le caratteristiche dei sondaggi integrativi eseguiti.

Tabella 4.1: Tabella riepilogativa indagini geotecniche – San Vigilio

Sondaggio	Anno	L	z falda
-	-	m	m
S01	2019	30	-
S02	2019	30	12.2
S03	2019	30	-
S04	2019	20	-
PE_S5bis	PE	30	23
PE_S302E	PE	24	24
PE_S5TR	PE	20	-
PE_S304E	PE	25	-

Tabella 4.2: Tabella riepilogativa indagini geotecniche - Codolazza

Sondaggio	Anno	L	Unità A-B	Unità B-CD	z falda
-	-	m	m	m	m
S5	2019	40	0.5	37	25.2
S6	2019	45	2	39.5	24.5
S7Pz	2019	30	0.3	>30	21.5
S7bis	2019	30	1.3	>30	-
S8	2019	20	1	>30	22.4
S9	2019	30	2.4	25	22.5
S10Pz	2019	30	7.4 (3.9)	18	18.5
PE_S5bis	PE	22	0.5	>30	20.1
PE_S302E	PE	30	0.5	>30	19.7
PE_S5TR	PE	30	0	>30	21.1
PE_S304E	PE	30	0	>30	21.6

Tabella 4.3: Tabella riepilogativa indagini geotecniche - Sarezzo

Sondaggio	Anno	L	Unità B-Calc	z falda
-	-	m	m	m
S3.43E/Pz	2004	30	3.5	1.8
S3.44E/Pz	2004	30	17	8.2
S3.45E/Pz	2004	30	16	10.2
S14	2019	30	9.9	-

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.4: Tabella riepilogativa indagini geotecniche - Lumezzane

Sondaggio	Anno	L	z falda
-	-	m	m
S16	2019	40	-
S17	2019	15	-
S17bis	2019	30	-
S17ter	2019	20	-
S18	2019	20	-

Si riportano di seguito le figure indicanti la planimetria indagini per le tre aree oggetto di studio.

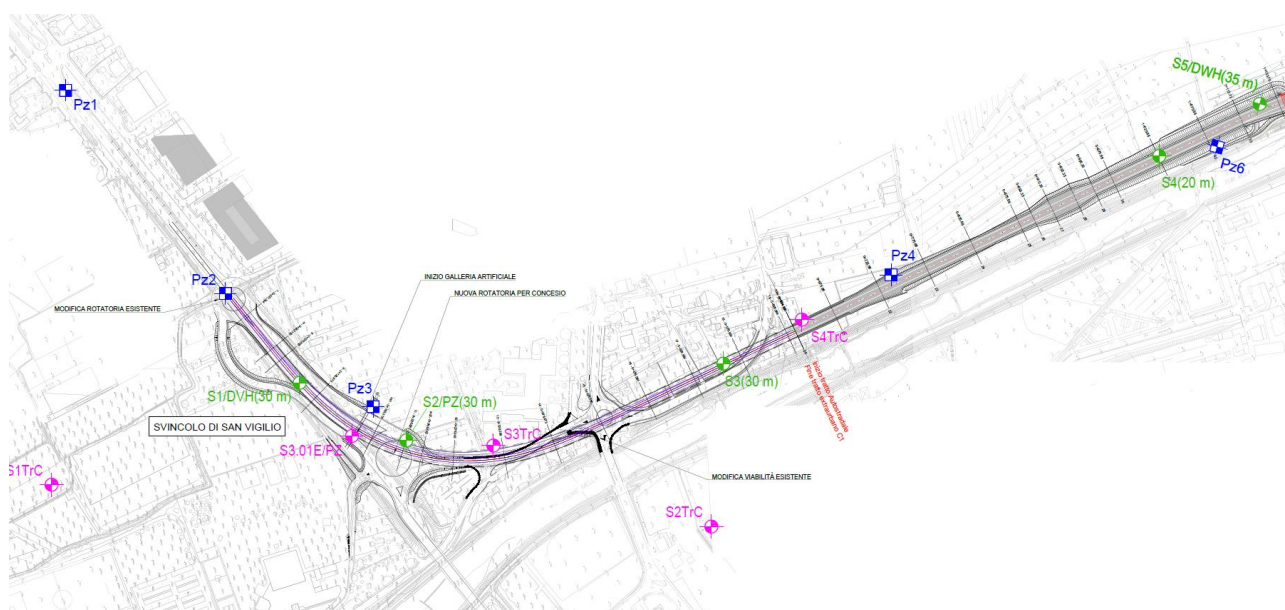


Figura 4.1: Planimetria indagini S. Vigilio

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

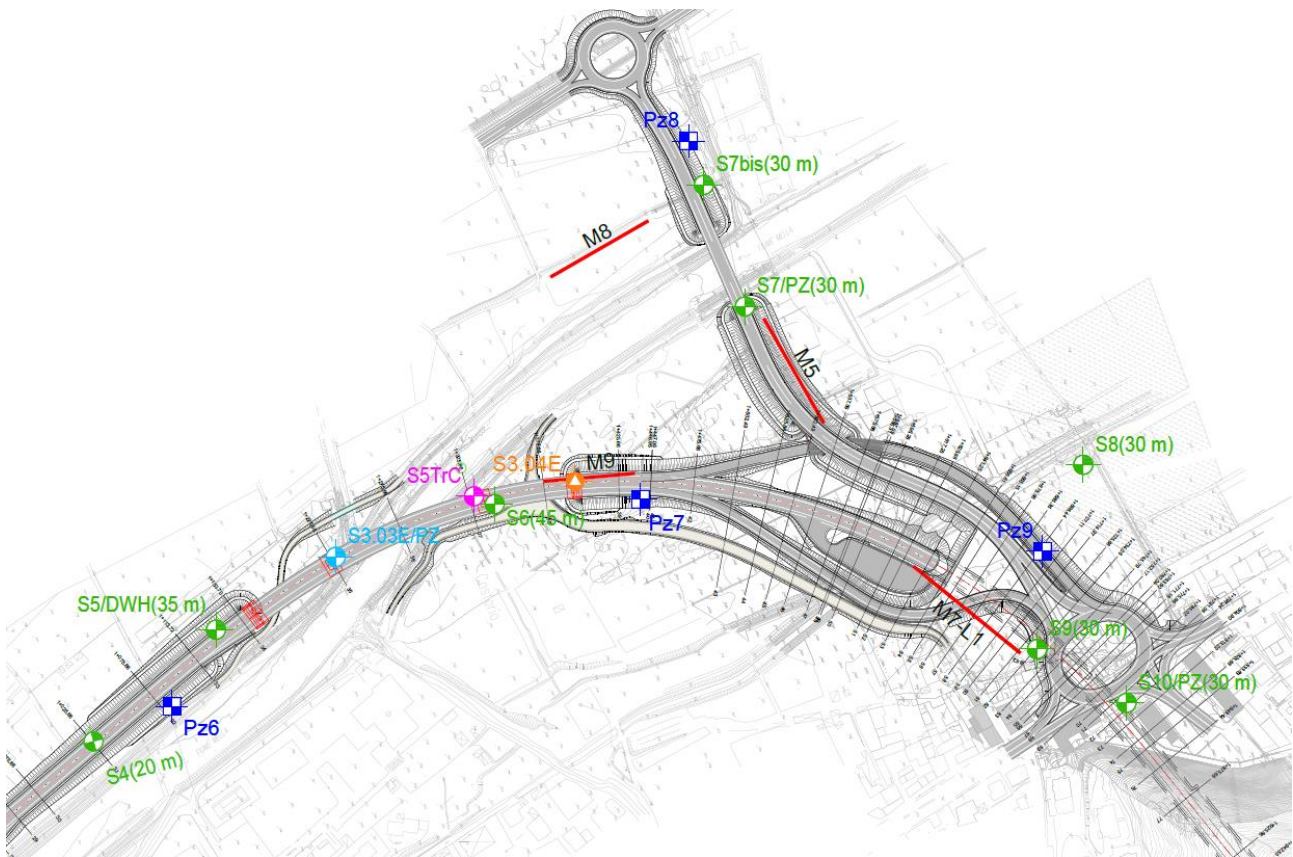


Figura 4.2: Planimetria indagini Codolazza

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

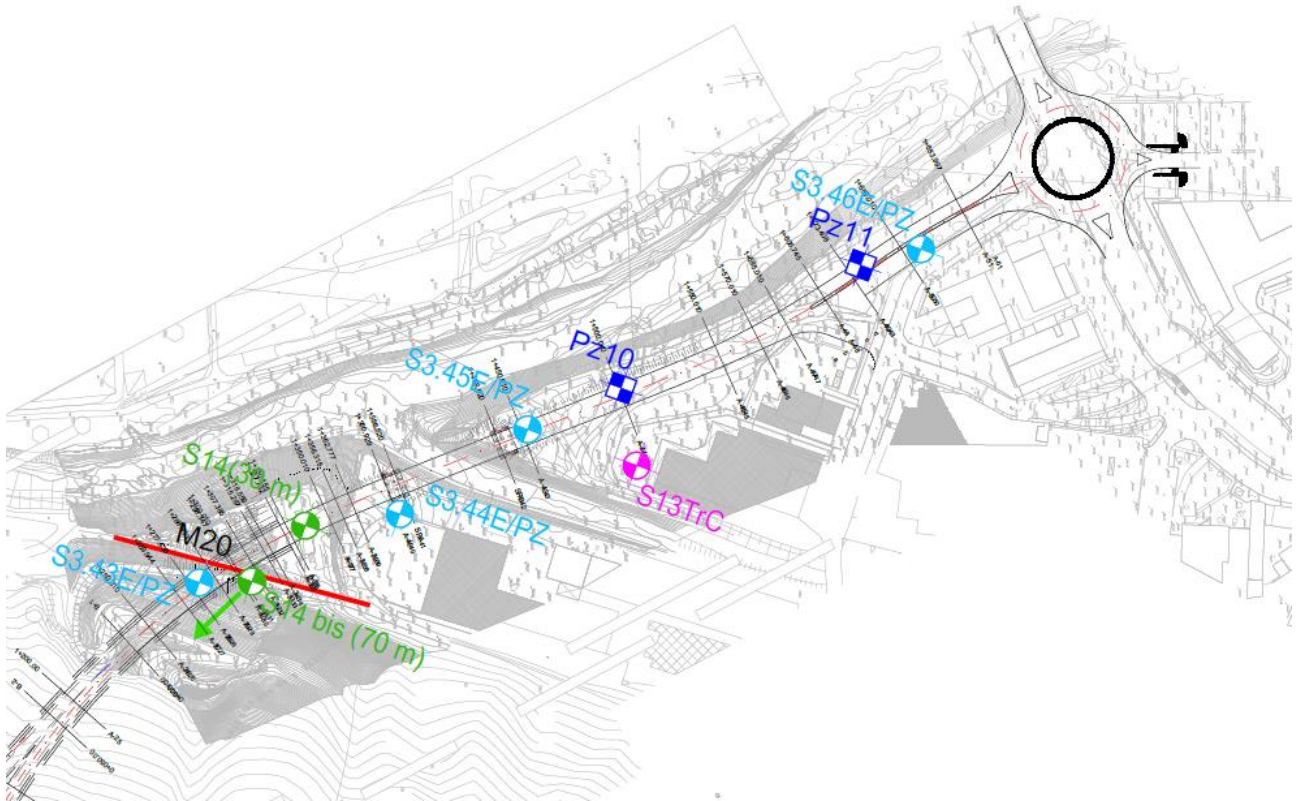


Figura 4.3: Planimetria indagini Sarezzo

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Figura 4.4: Planimetria indagini Lumezzane

Per ciascun sondaggio sono state eseguite prove SPT in sito per i terreni ed è stato determinato l'indice RQD per i materiali litoidi, con riferimento alle unità geotecniche descritte nel successivo capitolo 6. Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei risultati ottenuti dalle prove. Per le prove SPT che hanno dato rifiuto è stato indicato N SPT pari a 100.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.5: Tabella riepilogativa prove SPT – San Vigilio

Sondaggio	Unità	z (m)	z ass (m s.l.m.)	N1	N2	N3	NSPT
S01-DH	B	1.5	0	22	31	39	70
S01-DH	B	3	0	28	31	37	68
S01-DH	B	6	0	17	22	19	41
S01-DH	B	7.5	0	50	100	0	100
S01-DH	B	9	0	21	19	28	47
S01-DH	B	12	0	15	19	20	39
S01-DH	B	15	0	18	22	24	46
S01-DH	B	18	0	17	15	23	38
S01-DH	B	21	0	37	16	12	28
S02-Pz	B	1.5	0	30	100	0	100
S02-Pz	B	3	0	20	34	42	76
S02-Pz	B	4.5	0	35	100	0	100
S02-Pz	B	6	0	14	23	40	63
S02-Pz	B	7.5	0	100	100	0	100
S02-Pz	B	9	0	100	100	0	100
S02-Pz	B	12	0	18	15	21	36
S02-Pz	B	15	0	20	19	13	32
S02-Pz	B	18	0	35	21	29	50
S02-Pz	B	21	0	33	18	35	53
S02-Pz	B	24	0	29	26	32	58
S02-Pz	B	27	0	18	16	17	33
S03	B	3	0	11	12	12	24
S03	B	9	0	7	9	13	22
S03	B	10.5	0	8	10	11	21
S03	B	12	0	9	10	90	100
S03	B	14	0	12	14	11	25
S03	B	19.5	0	12	10	11	21
S03	B	21.6	0	9	13	13	26
S03	B	24	0	12	14	11	25
S03	B	27	0	11	13	18	31
S03	B	30	0	15	14	16	30
S04	B	1.5	0	3	2	2	4
S04	B	3	0	2	4	2	6
S04	B	4.5	0	7	9	12	21
S04	B	6	0	5	11	9	20
S04	B	9	0	7	6	9	15
S04	B	12	0	3	3	2	5
S04	B	15	0	12	9	11	20
S04	B	18	0	11	13	10	23

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.6: Tabella riepilogativa prove SPT – San Vigilio (indagini pregresse)

Sondaggio	Unità	z (m)	z ass (m s.l.m.)	NSPT
S3_01E-Pz	A	1.5	0	7
S3_01E-Pz	B	3	0	36
S3_01E-Pz	B	6	0	47
S3_01E-Pz	B	7.5	0	49
S3_01E-Pz	B	9	0	42
S3_01E-Pz	B	10.5	0	32
S3_01E-Pz	B	12	0	25
S3_01E-Pz	B	15	0	33
S3_03Trc	B	3	0	60
S3_03Trc	B	6	0	58
S3_03Trc	B	9	0	100
S3_03Trc	B	12	0	40
S3_03Trc	B	15	0	52
S3_03Trc	B	18	0	49
S3_03Trc	B	21	0	47
S3_02Trc	B	3	0	56
S3_02Trc	B	6	0	61
S3_02Trc	B	9	0	100
S3_04Trc	B	3	0	100
S3_04Trc	B	6	0	100
S3_04Trc	B	9	0	100
S3_04Trc	B	12	0	100
S3_04Trc	B	15	0	36
S3_04Trc	B	18	0	41

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.7: Tabella riepilogativa prove SPT - Codolazza

Sondaggio	Unità	z (m)	N1	N2	N3	NSPT
S5	B	1.5	43	50		R
S5	B	3	50			R
S5	B	4.5	37	50		R
S5	B	6	50			R
S5	B	7.5	34	31	33	64
S5	B	9	24	27	28	55
S5	B	12	31	35	33	68
S5	B	21	29	29	35	64
S5	B	24	37	45	50	R
S5	B	27	50			R
S5	B	30	38	50		R
S5	B	33	50			R
S5	B	36	50			R
S6	A	1.5	3	3	4	7
S6	B	3	50			R
S6	B	4.5	21	24	31	55
S6	B	6	26	32	37	69
S6	B	7.5	50			R
S6	B	9	25	29	37	66
S6	B	12	31	42	50	R
S6	B	15	33	29	30	59
S6	B	18	43	50		R
S6	B	21	23	50		R
S6	B	24	24	29	36	65
S6	B	27	33	50		R
S6	B	30	42	50		R
S6	B	33	50			R
S6	B	36	47	50		R
S6	B	39	50			R
S7bis	B	1.5	19	50		R
S7bis	B	3	22	29	42	71
S7bis	B	4.5	34	50		R
S7bis	B	6	50			R
S7bis	B	7.5	50			R
S7bis	B	9	33	45	50	R
S7bis	B	12	34	36	41	77
S7bis	B	15	27	39	33	72
S7bis	B	18	21	25	28	53
S7bis	B	21	37	41	42	83
S7bis	B	24	29	34	50	R
S7bis	B	27	21	29	32	61
S7bis	B	30	41	50		R
S7-Pz	B	1.5	50			50
S7-Pz	B	3	19	27	35	62
S7-Pz	B	4.5	48	50		R
S7-Pz	B	6	31	33	39	72
S7-Pz	B	7.5	43	50		R
S7-Pz	B	9	21	25	24	49
S7-Pz	B	12	50			100
S7-Pz	B	15	29	31	36	67
S7-Pz	B	18	23	26	34	60
S7-Pz	B	21	45	50		R
S7-Pz	B	24	29	35	31	66
S7-Pz	B	27	43	50		R
S7-Pz	B	30	39	50		R
S8	A	1.5	9	13	14	27
S8	B	3	23	35	38	73
S8	B	4.5	50			R
S8	B	6	50			R
S8	B	7.5	27	34	39	73
S8	B	9	21	25	24	49
S8	B	12	33	47	50	R
S8	B	15	31	34	37	71
S8	B	18	50			100
S8	B	21	33	35	42	77
S8	B	24	42	50		R
S8	B	27	43	45	47	92
S8	B	30	50			R

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Sondaggio	Unità	z (m)	N1	N2	N3	NSPT
S9	A	1.5	2	3	6	9
S9	B	3	42	50		R
S9	B	4.5	27	33	39	R
S9	B	6	14	18	21	39
S9	B	7.5	21	19	27	46
S9	B	9	48	50		R
S9	B	12	13	27	17	44
S9	B	15	35	44	45	89
S9	B	18	39	47	50	R
S9	B	21	10	14	15	29
S9	B	24	7	11	13	24
S10-Pz	B	1.5	13	17	18	35
S10-Pz	B	3	27	33	37	70
S10-Pz	A	4.5	2	2	3	5
S10-Pz	A	6	2	2	2	4
S10-Pz	B	7.5	50			R
S10-Pz	B	9	50			R
S10-Pz	B	12	50			R
S10-Pz	B	15	12	15	16	31
S10-Pz	B	18	50			R
PE_S5bis	B	3	13	17	18	48
PE_S5bis	B	6	27	33	37	R
PE_S5bis	B	9	2	2	3	43
PE_S5bis	B	12	2	2	2	48
PE_S5bis	B	15	50	0	0	60
PE_S5bis	B	18	50	0	0	41
PE_S5bis	B	21	0	0	0	50
PE_S302E	B	3	13	17	18	R
PE_S302E	B	6	27	33	37	R
PE_S302E	B	9	2	2	3	49
PE_S302E	B	12	2	2	2	37
PE_S302E	B	15	50	0	0	R
PE_S302E	B	18	50	0	0	37
PE_S302E	B	21	0	0	0	34
PE_S302E	B	24	0	0	0	34
PE_S5TR	B	3	13	17	18	38
PE_S5TR	B	6	27	33	37	63
PE_S5TR	B	9	2	2	3	62
PE_S5TR	B	12	2	2	2	R
PE_S5TR	B	15	50	0	0	71
PE_S5TR	B	18	50	0	0	R
PE_S5TR	B	21	0	0	0	66
PE_S5TR	B	24	0	0	0	R
PE_S5TR	B	27	0	0	0	84
PE_S304E	B	3	13	17	18	43
PE_S304E	B	6	27	33	37	51
PE_S304E	B	9	2	2	3	41
PE_S304E	B	12	2	2	2	R
PE_S304E	B	15	50	0	0	R
PE_S304E	B	18	50	0	0	R
PE_S304E	B	21	0	0	0	72
PE_S304E	B	24	0	0	0	R
PE_S304E	B	27	0	0	0	R

Tabella 4.8: Tabella riepilogativa prove SPT - Sarezzo

Sondaggio	Unità	z (m)	z ass (m s.l.m.)	N1	N2	N3	NSPT
S3.44	B	2	0	3	1	5	6
S3.44	B	5	0	3	1	5	6
S3.44	B	8.5	0	6	10	17	27
S3.45	B	3.1	S3.45	5	7	8	15
S3.45	B	7.2	S3.45	20	15	7	22
S3.45	B	12.5	S3.45	8	14	27	41

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Tabella 4.9: Tabella riepilogativa prove SPT - Lumezzane

Sondaggio	Unità	z (m)	N1	N2	N3	NSPT
S16	B	1.725	4	11	13	24
S18	B	1.5	3	4	6	10
S18	A	3	2	3	6	9
S18	B	4.5	17	22	19	41
S18	A	6	2	1	2	3
S18	B	7.5	9	30	36	66

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.10: Tabella riepilogativa indici RQD - Codolazza

Sondaggio	Anno	Unità	ztop (m)	zbottom (m)	RQD
S5	2019	C	37.5	38.6	37
S5	2019	C	38.6	39.1	83
S5	2019	C	39.1	40	88
S6	2019	C	39.6	40	35
S6	2019	C	40	41	82
S6	2019	C	41	42	52
S6	2019	C	42	43	40
S6	2019	C	43	44	43
S6	2019	C	44	45	57
S10-Pz	2019	D	18	19	64
S10-Pz	2019	D	19	20	90
S10-Pz	2019	D	20	21	29
S10-Pz	2019	D	21	22	85
S10-Pz	2019	D	22	23	79
S10-Pz	2019	D	23	24	49
S10-Pz	2019	D	24	25	89
S10-Pz	2019	D	25	26	75
S10-Pz	2019	D	26	27	97
S10-Pz	2019	D	27	28	67
S10-Pz	2019	D	28	29	77
S10-Pz	2019	D	29	30	50
S11	2019	D	6.7	7.5	75
S11	2019	D	7.5	9	83
S11	2019	D	9	12	66
S11	2019	D	12	17	75
S11	2019	D	17	18	70
S11	2019	D	18	19.5	62
S11	2019	D	19.5	21	75
S11	2019	D	21	22.3	76
S11	2019	D	22.3	23.3	68
S11	2019	D	23.3	24	26
S11	2019	D	24	27	56
S11	2019	D	27	27.5	0
S11	2019	D	27.5	29	72
S11	2019	D	29	29.4	40
S11	2019	D	29.4	31.2	50
S11	2019	D	31.2	33	88
S11	2019	D	33	36	46
S11	2019	D	36	38	75
S11	2019	D	38	40.7	88
S11	2019	D	40.7	43	78
S11	2019	D	43	45	55
S11	2019	D	45	47	95
S11	2019	D	47	50	90
S11	2019	D	50	53	83
S11	2019	D	53	54.5	53
S11	2019	D	54.5	56.2	47
S11	2019	D	56.2	57.5	57
S11	2019	D	57.5	59.1	83
S11	2019	D	59.1	60.3	62
S11	2019	D	60.3	61	50
S11	2019	D	61	62	30
S11	2019	D	62	62.3	0
S11	2019	D	62.3	63.4	18
S11	2019	D	63.4	64.8	46
S11	2019	D	64.8	66	24
S11	2019	D	66	67	0
S11	2019	D	67	67.6	41
S11	2019	D	67.6	68.5	19
S11	2019	D	68.5	70	65
S11	2019	D	70	70.6	0
S11	2019	D	70.6	72	39
S11	2019	D	72	72.5	0
S11	2019	D	72.5	74	36
S11	2019	D	74	75	28
S11	2019	D	75	76.5	46
S11	2019	D	76.5	77.7	0
S11	2019	D	77.7	79	35
S11	2019	D	79	79.6	82
S11	2019	D	79.6	83	0
S11	2019	D	83	84	13
S11	2019	D	84	86.8	0
S11	2019	D	86.8	87.6	38
S11	2019	D	87.6	88.4	81
S11	2019	D	88.4	89.5	60
S11	2019	D	89.5	90.5	0
S11	2019	D	90.5	91.3	33
S11	2019	D	91.3	92.2	27
S11	2019	D	92.2	94	33
S11	2019	D	94	95	0
S11	2019	D	95	95.6	36
S11	2019	D	95.6	100	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.11: Tabella riepilogativa indici RQD - Sarezzo

Sondaggio	Anno	Unità	ztop (m)	zbottom (m)	RQD
S3.43	2004	E	3.5	4	0
S3.43	2004	E	4	6	18
S3.43	2004	E	6	9	85
S3.43	2004	E	9	12	55
S3.43	2004	E	12	15	62
S3.43	2004	E	15	18	76
S3.43	2004	E	18	21	72
S3.43	2004	E	21	24	60
S3.43	2004	E	24	27	85
S3.43	2004	E	27	30	65
S3.44	2004	E	17	18	0
S3.44	2004	E	18	18.7	21
S3.44	2004	E	18.7	20	18
S3.44	2004	E	20	21	28
S3.44	2004	E	21	21.5	68
S3.44	2004	E	21.5	23	22
S3.44	2004	E	23	24.2	18
S3.44	2004	E	24.2	24.6	0
S3.44	2004	E	24.6	25.6	83
S3.44	2004	E	25.6	26	90
S3.44	2004	E	26	27	67
S3.44	2004	E	27	28	58
S3.44	2004	E	28	29	44
S3.44	2004	E	29	30	39
S3.45	2004	E	16	16.5	25
S3.45	2004	E	16.5	17.35	79
S3.45	2004	E	17.35	19.6	45
S3.45	2004	E	19.6	20.7	20
S3.45	2004	E	20.7	21.7	74
S3.45	2004	E	21.7	22.9	53
S3.45	2004	E	22.9	24.75	90
S3.45	2004	E	24.75	25.35	32
S3.45	2004	E	25.35	26.5	37
S3.45	2004	E	26.5	27.4	40
S3.45	2004	E	27.4	28.8	25
S3.45	2004	E	28.8	30	60
S14	2019	E	11.2	11.5	81
S14	2019	E	11.5	14	48
S14	2019	E	14	15	32
S14	2019	E	15	20	0
S14	2019	E	20	22	33
S14	2019	E	22	24	60
S14	2019	E	24	26.5	55
S14	2019	E	26.5	28.3	53
S14	2019	E	28.3	30	21
S14bis	2019	E	50	53	0
S14bis	2019	E	53	55	15
S14bis	2019	E	55	57.4	39
S14bis	2019	E	57.4	60	53
S14bis	2019	E	60	63	55
S14bis	2019	E	63	65.3	0
S14bis	2019	E	65.3	67.7	6
S14bis	2019	E	67.7	70	48

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.12: Tabella riepilogativa indici RQD - Lumezzane

Sondaggio	Anno	Unità	ztop (m)	zbottom (m)	RQD
S16	2019	E	5	6.5	47
S16	2019	E	6.5	7.9	26
S16	2019	E	7.9	9.3	11
S16	2019	E	9.3	10.5	14
S16	2019	E	13.4	14.4	18
S16	2019	E	14.4	15.5	44
S16	2019	E	15.4	16.5	45
S16	2019	E	23	23.7	19
S16	2019	E	23.7	25.3	74
S16	2019	E	25.3	26.3	31
S16	2019	E	26.3	27.8	74
S16	2019	E	27.8	29.6	64
S16	2019	E	29.6	31.3	48
S16	2019	E	31.3	32	25
S16	2019	E	32	33.5	32
S16	2019	E	33.5	35	67
S16	2019	E	35	36.5	46
S16	2019	E	36.5	38	68
S16	2019	E	38	39.5	79
S16	2019	E	39.5	40	100
S17bis	2019	E	4.6	6.2	47
S17bis	2019	E	6.2	7.2	81
S17bis	2019	E	7.2	8.2	50
S17bis	2019	E	8.2	9	30
S17bis	2019	E	9	10.5	75
S17bis	2019	E	10.5	12	42
S17bis	2019	E	12	13.1	41
S17bis	2019	E	14	15.5	53
S17bis	2019	E	15.5	18.2	67
S17bis	2019	E	18.2	21.2	85
S17bis	2019	E	21.2	23.5	67
S17bis	2019	E	23.5	24.5	61
S17bis	2019	E	24.5	26.2	64
S17bis	2019	E	26.2	27	22
S17bis	2019	E	27	29.6	67
S17bis	2019	E	29.6	30	83
S17ter	2019	E	3.5	4	44
S17 ter	2019	E	4	5	67
S17 ter	2019	E	5	6.5	63
S17 ter	2019	E	6.5	8	71
S17 ter	2019	E	8	9	94
S17 ter	2019	E	9	10.4	100
S17 ter	2019	E	10.4	11.8	95
S17 ter	2019	E	16.2	17	23
S17 ter	2019	E	17	18.5	85
S17 ter	2019	E	18.5	20	100
S18	2019	E	9	10	81
S18	2019	E	10	11.3	95
S18	2019	E	11.3	12	92
S18	2019	E	12	13	85
S18	2019	E	13	13.4	62

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Per ciascun sondaggio sono stati recuperati campioni di terreno e di roccia, laddove presente, al fine di eseguire prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei provini. Nella tabella seguente si riportano i campioni prelevati nel corso della campagna di indagine e i risultati delle prove eseguite.

Tabella 4.13: Tabella riepilogativa prove di laboratorio San Vigilio – Parametri fisici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE FISICHE													CLASSIFICAZIONE AASHO o UNI100006
ID SONDA	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			γ	γ_d	Wc	Gs	LL	LP	PI	GRANULOMETRIA (ASTM D422-63)						
					Da (m)	a (m)	Med (m)								Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	FC (%)		
Pz01	2019	S. Vigilio	CR1	B	0	1	0.5									24.5	58.5	16	1	17	A2-4
Pz01	2019	S. Vigilio	CR2	B	1	2	1.5									48.5	41.5	5.5	4.5	10	A1-b
Pz01bis	2019	S. Vigilio	CR1	B	0	1	0.5									3.5	87	5.5	4	9.5	A2-4
Pz01bis	2019	S. Vigilio	CR2	B	1	2	1.5									15.5	72	6.5	6	12.5	A2-4
Pz02	2019	S. Vigilio	CR1	B	0	1	0.5									16	82	1	1	2	A3
Pz02	2019	S. Vigilio	CR2	C	1	2	1.5									26	68.5	4.5	1	5.5	A3
Pz03	2019	S. Vigilio	CR1	C	0	1	0.5									4.5	63.5	30	2	32	A2-4
Pz03	2019	S. Vigilio	CR2	B	1	2	1.5									30.5	46.5	16	7	23	A2-4
Pz04	2019	S. Vigilio	CR1	B	0	1	0.5									18	69	12	1	13	A2-4
Pz04	2019	S. Vigilio	CR2	B	1	2	1.5									4	71	15.5	9.5	25	A2-4
Pz05	2019	S. Vigilio	CR1	B	0	1	0.5									14	57	19.5	9.5	29	A2-4
Pz05	2019	S. Vigilio	CR2	B	1	2	1.5									37.5	53	8.5	1	9.5	A1-b
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR1	B	1.5	1.6	1.55									61.15	28.85			10	A1-a
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR2	B	3	3.2	3.1									70.23	21.27			8.5	A1-a
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR3	B	6.5	6.7	6.6									62.18	28.32			8.5	A1-a
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR4	B	8.7	8.9	8.8									66.32	25.68			8	A1-a
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR5	B	13.5	13.7	13.6				26					56.5	24	12.5	7	19.5	A1-b
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR6	B	15	15.2	15.1				26.9					51	32.5	13.5	3	16.5	A1-b
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR7	B	21.3	21.5	21.4				26					42	41	12	5	17	A1-b
S01_DWH	2019	S. Vigilio	CR8	B	27.2	27.5	27.35				25.8					40	32.5	21.5	6	27.5	A2-4
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR1	B	1.55	1.7	1.625									75.87	19.63			4.5	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR2	B	4.3	4.5	4.4									56.2	24.3			9.5	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR3	B	6	6.5	6.25									70.17	19.83			10	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR4	B	8.4	8.6	8.5									72.34	17.16			10.5	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR5	B	12.2	12.4	12.3				25.6					45	30.5	17.5	7	24.5	A2-4
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR6	B	18	18.2	18.1									65.45	21.05			12.5	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR7	B	21.8	22	21.9				26.8					47	28.5			24.5	A2-4
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR8	B	26.2	26.5	26.35									76.35	17.65			6	A1-a
S02_PZ	2019	S. Vigilio	CR9	B	29.4	29.7	29.55									70.42	18.58			11	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR1	B	3	3.2	3.1									60.17	27.33			12.5	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR2	B	8.1	8.3	8.2									62.19	29.31			8.5	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR3	B	14.4	14.6	14.5									76.03	16.97			7	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR4	A	18.6	18.8	18.7									86.66	11.44			1.9	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR5	B	22	22.2	22.1									60.05	27.45			12.5	A1-a
S03	2019	S. Vigilio	CR6	B	29.5	29.8	29.65				25.8					60	22	13.5	4.5	18	A1-b
S04	2019	S. Vigilio	CR1	B	1.3	1.5	1.4				25.9					60	24			16	A1-b
S04	2019	S. Vigilio	CR2	B	4.2	4.4	4.3									71.72	19.28			9	A1-a
S04	2019	S. Vigilio	CR3	B	5.7	6	5.85									75.77	17.65			6.58	A1-a
S04	2019	S. Vigilio	CR4	B	9.1	9.3	9.2				25.9					55	29	11	5	16	A1-b
S04	2019	S. Vigilio	CR5	B	13.3	13.5	13.4									67.06	29.44	1.75	1.75	3.5	A1-a
S04	2019	S. Vigilio	CR6	B	16.8	17	16.9									81.59	12.91	2.75	2.75	5.5	A1-a
S04	2019	S. Vigilio	CR7	B	19	19.2	19.1									69.41	28.89	0.85	0.85	1.7	A1-a

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Tabella 4.14: Tabella riepilogativa prove di laboratorio Codolazza – Parametri fisici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE FISICHE													CLASSIFICAZIONE	
ID SOND	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			γ	γ_d	Wc	Gs	LL	LP	PI	GRANULOMETRIA (ASTM D422-63)					AASHO o UNI100006		
					Da (m)	a (m)	Med (m)								Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	FC (%)			
S5-DWH	2019	Concesio	CR1	B	7.5	8	7.75										74.1	18.9			7	A1-a
S5-DWH	2019	Concesio	CR2	B	12	12.5	12.25					22	18	4		35.5	26.3			38.2		A4
S5-DWH	2019	Concesio	CR3	B	21.5	22	21.75					21	17	4		31.8	26.4			41.8		A4
S5-DWH	2019	Concesio	CR4	B	30	31	30.5	21.1	19.9							48.4	24			27.6		A2-4
S5-DWH	2019	Concesio	CR5	B	33	34	33.5									62.4	21.4			16.2		A1-b
S5-DWH	2019	Concesio	CR6	C	39.46	39.74	39.6													0		
S5-DWH	2019	Concesio	CR7	C	37.76	38	37.88															
S6	2019	Concesio	CR1	B	4.5	5	4.75									71.3	19			9.7		A1-a
S6	2019	Concesio	CR2	B	10	11	10.5	20	19.1							44.4	20.2			24.2		A1-b
S6	2019	Concesio	CR3	B	16	17	16.5	19.9	18.9							48.4	30.1			21.5		A1-b
S6	2019	Concesio	CR4	B	24	24.5	24.25									48.8	25.1			26.1		A2-4
S6	2019	Concesio	CR5	B	35	36	35.5									53	29.9			17.1		A1-b
S6	2019	Concesio	CR6	C	41.72	42	41.86													0		
S6	2019	Concesio	CR7	C	43.82	44	43.91													0		
S7/PZ	2019	Concesio	CR1	B	3	3.5	3.25									72.4	19.4			8.2		A1-a
S7/PZ	2019	Concesio	CR2	B	12.5	13.5	13	21	19.7							42.5	30.8			26.7		A2-4
S7/PZ	2019	Concesio	CR3	B	18	18.5	18.25									55.3	26.5			18.2		A1-b
S7/PZ	2019	Concesio	CR4	B	22.5	23.5	23									51.5	31.3			17.2		A1-b
S7/PZ	2019	Concesio	CR5	B	27	27.5	27.25									52	21.6			26.4		A2-4
S7bis	2019	Concesio	CR1	B	9	9.5	9.25									78.7	14.6			6.7		A1-a
S7bis	2019	Concesio	CR2	B	15	15.5	15.25									74.4	18.2			7.4		A1-a
S7bis	2019	Concesio	CR3	B	19	20	19.5	19.8	18.2			21	17	4		44.2	27.3			28.5		A2-4
S7bis	2019	Concesio	CR4	B	24	24.5	24.25									57.7	23.6			18.7		A1-b
S7bis	2019	Concesio	CR5	B	27	27.5	27.25									59.4	23.3			17.3		A1-b
S8	2019	Concesio	CR1	B	7.5	8.5	8									80.6	13.6			5.8		A1-a
S8	2019	Concesio	CR2	B	15	16	15.5									55.4	25.3			19.3		A1-b
S8	2019	Concesio	CR3	B	21	22	21.5	21	19.7							38.6	34.1			27.3		A2-4
S8	2019	Concesio	CR4	B	27	28	27.5									65.3	18.3			16.4		A1-b
S9	2019	Concesio	CR1	B	4.5	5	4.75									76.6	16.2			7.2		A1-a
S9	2019	Concesio	CR2	B	12	13	12.5	20.8	19.5							57.2	24.7			18.1		A1-b
S9	2019	Concesio	CR3	B	21	22	21.5									53.4	26.4			20.2		A1-b
S9	2019	Concesio	CR4	B	24	25	24.5	20.1	18.7							17.9	39.7			42.4		A4
S10	2019	Concesio	CR1	A	6	7	6.5					43	20	23		16.3	19	38.7	26	64.7		A7-6
S10	2019	Concesio	CR2	B	10	10.3	10.15									81.8	12			6.2		A1-a
S10	2019	Concesio	CR3	B	15	16	15.5	21.2	20.2							49.5	28.9			21.6		A1-b
S10	2019	Concesio	CR4	D	22.34	22.52	22.43													0		
S10	2019	Concesio	CR5	D	26	26.34	26.17													0		
S10	2019	Concesio	CR6	D	28.22	28.57	28.395													0		

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.15: Tabella riepilogativa prove di laboratorio Codolazza – Parametri meccanici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE MECCANICHE				
ID SOND	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			TAGLIO DIRETTO		PROVE SU ROCCIA		
-	-	-	-	-	Da (m)	a (m)	Med (m)	C' (kPa)	φ' (°)	qt bras (N/mm2)	qc mon (N/mm2)	v
S5-DWH	2019	Concesio	CR1	B	7.5	8	7.75					
S5-DWH	2019	Concesio	CR2	B	12	12.5	12.25					
S5-DWH	2019	Concesio	CR3	B	21.5	22	21.75					
S5-DWH	2019	Concesio	CR4	B	30	31	30.5	8.00	35.00			
S5-DWH	2019	Concesio	CR5	B	33	34	33.5					
S5-DWH	2019	Concesio	CR6	C	39.46	39.74	39.6				21.2	
S5-DWH	2019	Concesio	CR7	C	37.76	38	37.88				37.9	
S6	2019	Concesio	CR1	B	4.5	5	4.75					
S6	2019	Concesio	CR2	B	10	11	10.5	5.00	39.00			
S6	2019	Concesio	CR3	B	16	17	16.5	7.00	40.00			
S6	2019	Concesio	CR4	B	24	24.5	24.25					
S6	2019	Concesio	CR5	B	35	36	35.5					
S6	2019	Concesio	CR6	C	41.72	42	41.86				13.5	
S6	2019	Concesio	CR7	C	43.82	44	43.91				25.9	
S7/PZ	2019	Concesio	CR1	B	3	3.5	3.25					
S7/PZ	2019	Concesio	CR2	B	12.5	13.5	13	32.00	38.00			
S7/PZ	2019	Concesio	CR3	B	18	18.5	18.25					
S7/PZ	2019	Concesio	CR4	B	22.5	23.5	23					
S7/PZ	2019	Concesio	CR5	B	27	27.5	27.25					
S7bis	2019	Concesio	CR1	B	9	9.5	9.25					
S7bis	2019	Concesio	CR2	B	15	15.5	15.25					
S7bis	2019	Concesio	CR3	B	19	20	19.5	44.00	35.00			
S7bis	2019	Concesio	CR4	B	24	24.5	24.25					
S7bis	2019	Concesio	CR5	B	27	27.5	27.25					
S8	2019	Concesio	CR1	B	7.5	8.5	8					
S8	2019	Concesio	CR2	B	15	16	15.5					
S8	2019	Concesio	CR3	B	21	22	21.5	10.00	36.00			
S8	2019	Concesio	CR4	B	27	28	27.5					
S9	2019	Concesio	CR1	B	4.5	5	4.75					
S9	2019	Concesio	CR2	B	12	13	12.5	8.00	37.00			
S9	2019	Concesio	CR3	B	21	22	21.5					
S9	2019	Concesio	CR4	B	24	25	24.5	18.00	36.00			
S10	2019	Concesio	CR1	A	6	7	6.5					
S10	2019	Concesio	CR2	B	10	10.3	10.15					
S10	2019	Concesio	CR3	B	15	16	15.5	6.00	42.00			
S10	2019	Concesio	CR4	D	22.34	22.52	22.43				39.7	
S10	2019	Concesio	CR5	D	26	26.34	26.17				16.4	
S10	2019	Concesio	CR6	D	28.22	28.57	28.395				12.6	

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.17: Tabella riepilogativa prove di laboratorio Sarezzo – Parametri meccanici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE MECCANICHE										
ID SOND	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			UU	TAGLIO DIRETTO			TD CON RESIDUO			PROVE SU ROCCIA			
-	-	-	-	-	Da (m)	a (m)	Med (m)	Cu (kPa)	C' (kPa)	φ' (°)	C' (kPa)	φ' (°)	φ' r (°)	qc res (N/mm2)	qc pic (N/mm2)	qt bras (N/mm2)	E50 (Mpa)	
S3.43	2019	Sarezzo	N1	E	13.45	13.52	13.485									6.26		
S3.43	2019	Sarezzo	N2	E	16	16.16	16.08								123.5		56000	
S3.43	2019	Sarezzo	N3	E	18.01	18.17	18.09							63.1	168.5		71000	
S3.43	2019	Sarezzo	N3b	E	18.17	18.33	18.25							97.8	182.5		72000	
S3.43	2019	Sarezzo	N5	E	18.57	18.73	18.65							98.9	203.1		72000	
S3.43	2019	Sarezzo	N7	E	26.56	26.72	26.64							91.9	147.3		59000	
S3.43	2019	Sarezzo	N8	E	28.14	28.3	28.22								111.4		61000	
S3.43	2019	Sarezzo	N8b	E	28.31	28.37	28.34									9.91		
S3.44	2019	Sarezzo	N1	E	18.32	18.37	18.345									7.53		
S3.44	2019	Sarezzo	N3	E	21.01	21.17	21.09								137.8		73000	
S3.44	2019	Sarezzo	N6	E	25.19	25.35	25.27								95.6		52000	
S3.44	2019	Sarezzo	N7	E	26.32	26.42	26.37											
S3.44	2019	Sarezzo	N8	E	26.66	26.72	26.69									9.92		
S3.44	2019	Sarezzo	CR1	B	1.7	2.15	1.925											
S3.44	2019	Sarezzo	CR2	B	4.7	5.15	4.925											
S3.44	2019	Sarezzo	CR3	B	8.2	8.65	8.425											
S3.44	2019	Sarezzo	CR4	B	11.5	12	11.75											
S3.44	2019	Sarezzo	CR5	B	15	15.5	15.25											
S3.45	2019	Sarezzo	N3	E	18.01	18.17	18.09								77.5		35000	
S3.45	2019	Sarezzo	N3b	E	18.17	18.22	18.195									10.11		
S3.45	2019	Sarezzo	N8	E	23.81	23.97	23.89								120.9		50000	
S3.45	2019	Sarezzo	CR1	B	2.8	3.25	3.025											
S3.45	2019	Sarezzo	CR2	B	6.9	7.35	7.125											
S3.45	2019	Sarezzo	CR3	B	8	8.5	8.25											
S3.45	2019	Sarezzo	CR4	B	11.5	12	11.75											
S3.45	2019	Sarezzo	CR5	B	12.2	12.65	12.425											
S3.46	2019	Sarezzo	N1	E	29.27	29.43	29.35								132		65000	
S3.46	2019	Sarezzo	N3	E	29.56	29.62	29.59									10.96		
S3.46	2019	Sarezzo	CR1	B	5	5.45	5.225											
S3.46	2019	Sarezzo	CR2	B	6.2	6.59	6.395											
S3.46	2019	Sarezzo	CR3	B	7.5	8	7.75											
S3.46	2019	Sarezzo	CR4	B	11.5	12	11.75											
S3.46	2019	Sarezzo	CR5	B	18	18.5	18.25											
S3.46	2019	Sarezzo	CR6	B	20.5	21	20.75											
S3.46	2019	Sarezzo	CR7	B	27.5	28	27.75											
Pz10	2019	Sarezzo	CR1	A	0	1	0.5											
Pz10	2019	Sarezzo	CR2	B	1	2	1.5											
Pz11	2019	Sarezzo	CR1	A	0	1	0.5											
Pz11	2019	Sarezzo	CR2	B	1	2	1.5											
S14	2019	Sarezzo	CR1	B	2.3	2.5	2.4											
S14	2019	Sarezzo	CR2	B	5.5	5.7	5.6											
S14	2019	Sarezzo	CR3	B	7.2	7.5	7.35											
S14	2019	Sarezzo	CR4	B	9.5	9.7	9.6											

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.18: Tabella riepilogativa prove di laboratorio Lumezzane – Parametri fisici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE FISICHE												
ID SOND	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			γ	γ_d	Wc	Gs	LL	LP	PI	IC	GRANULOMETRIA (ASTM D422-63)				
-	-	-	-	-	Da (m)	a (m)	Med (m)	kN/m ³	kN/m ³	%	kN/m ³	%	%	%	%	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	FC (%)
S16	2019	Lumezzane	CR1	B	1.5	2.5	2			9.9						65.1	17.2	10.7	7	17.7
S16	2019	Lumezzane	CR2	B	3.5	4.5	4			33.92	25.5	61.1	31.6	29.5		30	12	24	34	58
S16	2019	Lumezzane	CL1	E	6.2	6.5	6.35	29.16												
S16	2019	Lumezzane	CL2	E	9.2	10	9.6													
S16	2019	Lumezzane	CL3	E	14.4	15.2	14.8	28.79												
S16	2019	Lumezzane	CR3	B	19	19.7	19.35			11.74	25.6					60	25.5	9.5	5	14.5
S16	2019	Lumezzane	CL4	E	24	25	24.5	25.98												
S16	2019	Lumezzane	CL5	E	28.2	29	28.6	27.6												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CR1	B	1.2	2.5	1.85			12.83						69	17	6.5	7.5	14
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL1	E	5	5.85	5.425	26.7												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL2	E	9	10	9.5	28.17												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL3	E	14	15	14.5	27.47												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL4	E	19	20	19.5	27.6												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL5	E	24.5	25.5	25	27.41												
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL6	E	28	29	28.5	27.32												
S17 ter	2019	Lumezzane	CR1	B	1.5	2.5	2	20.96				28.1				44	26	15.2	14.8	30
S17 ter	2019	Lumezzane	CL1	E	5	6	5.5	27.94												
S17 ter	2019	Lumezzane	CL2	E	7	8	7.5	27.68												
S17 ter	2019	Lumezzane	CL3	E	10	11	10.5	27.97												
S17 ter	2019	Lumezzane	CL4	E	17	18	17.5	27.56												
S18	2019	Lumezzane	CR1	B	2.3	2.5	2.4			13.55	25.5	37.5	20.53	16.97		40	17	24.5	18.5	43
S18	2019	Lumezzane	CI01	A	3.5	4	3.75	15.7	10.44	50.4	26	93.9	49.54	44.36	0.98	0	10.8	21	68.5	89.5
S18	2019	Lumezzane	CR2	B	5.5	5.7	5.6			7.31	25.9					65	22	10.5	2.5	13
S18	2019	Lumezzane	CR3	A	7.1	7.3	7.2			20.49	27.2					36	24	32	8	40
S18	2019	Lumezzane	CL01	E	10.3	10.6	10.45	27.72												
S18	2019	Lumezzane	CL02	E	12.5	12.8	12.65													

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tabella 4.19: Tabella riepilogativa prove di laboratorio Lumezzane – Parametri meccanici

DATI GENERALI								CARATTERISTICHE MECCANICHE							
ID SOND	ANNO	PROGETTO	CAMP.	UNITA'	PROFONDITA'			UU	CID		PROVE SU ROCCIA				
-	-	-	-	-	Da (m)	a (m)	Med (m)	Cu (kPa)	C' (kPa)	φ' (°)	Is(50)	qc mon [Mpa]	v	Et50 [Mpa]	Es50 [Mpa]
S16	2019	Lumezzane	CR1	B	1.5	2.5	2								
S16	2019	Lumezzane	CR2	B	3.5	4.5	4								
S16	2019	Lumezzane	CL1	E	6.2	6.5	6.35					118.8	0.2	95600	110100
S16	2019	Lumezzane	CL2	E	9.2	10	9.6				5.22	104.4			
S16	2019	Lumezzane	CL3	E	14.4	15.2	14.8					95.9	0.22	89200	134900
S16	2019	Lumezzane	CR3	B	19	19.7	19.35								
S16	2019	Lumezzane	CL4	E	24	25	24.5					94.5	0.23	45700	39300
S16	2019	Lumezzane	CL5	E	28.2	29	28.6		23.71	43.02		79.9	0.23	39800	41300
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CR1	B	1.2	2.5	1.85								
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL1	E	5	5.85	5.425					77.4	0.24	62300	57500
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL2	E	9	10	9.5		20.73	41.65		61.4	0.24	49900	41000
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL3	E	14	15	14.5					37.6	0.31	23500	64600
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL4	E	19	20	19.5		21.01	41.16		79.9	0.23	39800	41300
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL5	E	24.5	25.5	25		16.54	39.66		49.7	0.26	53000	46600
S17bis-PZ	2019	Lumezzane	CL6	E	28	29	28.5					36.7	0.36	22800	47700
S17 ter	2019	Lumezzane	CR1	B	1.5	2.5	2								
S17 ter	2019	Lumezzane	CL1	E	5	6	5.5					107.8	0.23	93200	73300
S17 ter	2019	Lumezzane	CL2	E	7	8	7.5					52.2	0.23	27500	52200
S17 ter	2019	Lumezzane	CL3	E	10	11	10.5		19.72	41.64		59	0.26	74200	64800
S17 ter	2019	Lumezzane	CL4	E	17	18	17.5		19.97	39.08		43.3	0.35	50700	70600
S18	2019	Lumezzane	CR1	B	2.3	2.5	2.4								
S18	2019	Lumezzane	CI01	A	3.5	4	3.75	49.32							
S18	2019	Lumezzane	CR2	B	5.5	5.7	5.6								
S18	2019	Lumezzane	CR3	A	7.1	7.3	7.2								
S18	2019	Lumezzane	CL01	E	10.3	10.6	10.45					71.2	0.21	44800	44700
S18	2019	Lumezzane	CL02	E	12.5	12.8	12.65					70.1	0.22	54500	43300

Sono state eseguite nel corso delle indagini anche delle prove di permeabilità di tipo Lefranc sulle unità perlopiù terrigene. A seguire si riporta una tabella riepilogativa con i valori di permeabilità ottenuti dalle prove tipo Lefranc.

Tabella 4.20: Tabella riepilogativa prove permeabilità tipo Lefranc – San Vigilio

Sondaggio	Unità	ztop (m)	zbot (m)	k (m/s)
S02	B	19	19.5	1.11E-05
S04	B	7	7.5	2.62E-05
S04	B	11.5	12	1.25E-05

Tabella 4.21: Tabella riepilogativa prove permeabilità tipo Lefranc – San Vigilio

Sondaggio	Unità	ztop (m)	zbottom (m)	k (m/s)
S6	B	10.5	10.5	4.13E-06
S6	B	15	15	2.95E-06
S6	B	21	21	6.13E-06
S6	B	27	27	5.05E-06
S6	B	33	33	5.25E-06
S6	B	39	39	5.90E-06

Tabella 4.22: Tabella riepilogativa prove permeabilità tipo Lefranc – Lumezzane

Sondaggio	Unità	ztop (m)	zbottom (m)	k (m/s)
S18	B	5.5	6	0.000021

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Sono state eseguite infine per le aree in oggetto prove di carico su piastra, finalizzate a determinare il modulo di deformazione dei terreni superficiali. Le prove sono state previste presso i pozzetti previsti lungo lo sviluppo dell'opera, mediante l'esecuzione di due cicli di carico, al fine di determinare i moduli di deformabilità Md_1 e Md_2 in fase di carico e ricarico. Si riepilogano nella tabella seguente i valori ottenuti dalle prove nelle aree oggetto di indagine.

Tabella 4.23: Tabella riepilogativa prove di carico su piastra

Area	Indagine	Profondità (m)	Md (MPa)	Md' (MPa)
S. Vigilio	Pz1	0.3	1.54	14.29
	Pz1bis	0.3	1.25	21.79
	Pz2	0.3	1.76	24
	Pz3	0.3	0.87	17.31
	Pz4	0.3	10.7	63.38
	Pz5	0.3	7.22	46.87
Codolazza	Pz6	0.7	38.2	230.8
	Pz7	0.8	56.6	157.9
	Pz8	1.2	21.1	133.3
	Pz9	1.2	23.7	105.3
Sarezzo	Pz10	0.3	2.82	59.21
	Pz11	0.3	2.7	157.89

5. CRITERI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1. INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)

I risultati delle prove SPT (Standard Penetrometer Test) sono stati interpretati con riferimento a quanto riportato e descritto nella bibliografia tecnica.

Una preliminare interpretazione dei valori SPT viene sviluppata secondo le indicazioni contenute nel “Manual on estimating soil properties for foundation design” (EPRI, 1990) riportate a seguire, che forniscono degli intervalli di densità relativa di angolo di resistenza al taglio sulla base del numero di colpi misurati nel corso delle prove.

N Value (blows/ft or 305 mm)	Relative Density	D_r (%)
0 to 4	very loose	0 to 15
4 to 10	loose	15 to 35
10 to 30	medium	35 to 65
30 to 50	dense	65 to 85
> 50	very dense	85 to 100

Source: Terzaghi and Peck (27), p. 341 and Lambe and Whitman (6), p. 31.

Figura 5-1: Valori prove SPT e Densità Relativa

N Value (blows/ft or 305 mm)	Relative Density	Approximate $\bar{\phi}_{tc}$ (degrees)	
		(a)	(b)
0 to 4	very loose	< 28	< 30
4 to 10	loose	28 to 30	30 to 35
10 to 30	medium	30 to 36	35 to 40
30 to 50	dense	36 to 41	40 to 45
> 50	very dense	> 41	> 45

a - Source: Peck, Hanson, and Thornburn (12), p. 310.

b - Source: Meyerhof (13), p. 17.

Figura 5-2: Valori prove SPT e angolo di resistenza al taglio

Tra i parametri ricavabili a partire dalle prove SPT si considera anche il peso di unità di volume, determinabile attraverso la seguente correlazione:

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

**TABLE 3-4
Empirical values for ϕ , D_r , and unit weight of granular soils based on the SPT at about 6 m depth and normally consolidated [approximately, $\phi = 28^\circ + 15^\circ D_r (\pm 2^\circ)$]**

Description	Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
Relative density D_r	0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT N'_{70} : fine	1–2	3–6	7–15	16–30	?
medium	2–3	4–7	8–20	21–40	> 40
coarse	3–6	5–9	10–25	26–45	> 45
ϕ : fine	26–28	28–30	30–34	33–38	
medium	27–28	30–32	32–36	36–42	< 50
coarse	28–30	30–34	33–40	40–50	
γ_{wet} , kN/m ³	11–16*	14–18	17–20	17–22	20–23

* Excavated soil or material dumped from a truck has a unit weight of 11 to 14 kN/m³ and must be quite dense to weigh much over 21 kN/m³. No existing soil has a $D_r = 0.00$ nor a value of 1.00. Common ranges are from 0.3 to 0.7.

Figura 5-3: Valori peso di volume da SPT e angolo di resistenza al taglio (Bowles, 1988)

Inoltre relativamente all'interpretazione dei risultati di prove penetrometriche standard (SPT) è disponibile una vastissima letteratura di correlazioni empiriche, che consente di determinare per via indiretta i parametri di resistenza al taglio, deformabilità ed addensamento di un terreno non coesivo.

Per la valutazione dell'angolo di resistenza a taglio (di picco) ϕ' si farà riferimento alle seguenti correlazioni:

- ✓ Correlazione proposta da ok Peck - Hanson & Thornburn (valida per le sabbie in genere):

$$\phi' = 27,2 + 0,28N_{1,60}$$

- ✓ Correlazione proposta da Shioi-Fukuni per le Road Bridge Specifications (RBS, 1982):

$$\phi' = \sqrt{15N_{1,60}} + 15$$

dove:

- ✓ ϕ' : angolo di resistenza al taglio;
- ✓ $N_{1,60}$ il numero di colpi normalizzato della prova SPT, con riferimento a un valore di pressione litostatica efficace (σ'_{v0}) di 100 kPa, ovvero:

$$N_{1,60} = C_N N_{SPT}$$

- ✓ C_N , coefficiente determinato in funzione della tipologia di terreno, in accordo alle seguenti espressioni:

Per sabbie grosse:

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_{v0} / 100}$$

Per sabbie fini

$$C_N = \frac{3}{2 + \sigma'_{v0} / 100}$$

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Gli stessi autori, hanno elaborato la seguente correlazioni valida per tutti i tipi di suolo per le Japanese National Railway (JNR, 1982):

$$\varphi' = 0,3N_{1,60} + 27$$

Owasaki & Iwasaki hanno proposto per sabbie da medie a ghiaiose, la seguente correlazione:

$$\varphi' = \sqrt{20N_{1,60}} + 15$$

Wolff, ha proposto la seguente correlazione per le sabbie:

$$\varphi' = 27,1 + C_N N_{SPT} - 0,00054(C_N N_{SPT})^2$$

L'angolo di resistenza al taglio è legato al valore di $N_{1,60}$ ed alla pressione effettiva verticale σ_v tramite le note curve riportate nella letteratura (Schmertmann, 1975) le cui correlazioni analitiche sono le seguenti Kulhawy & Mayne (1980):

$$\varphi' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{1,60}}{12,2 + 20,3 \frac{\sigma'_v}{p_a}} \right]^{0,34}$$

Per quanto riguarda il modulo di elasticità in condizioni drenate, esso è da valutare con le correlazioni riportate nel seguito:

- ✓ Schultz E., Menzenbach J. (1961) per terreni a grana grossa:

$$E' = s_1 N_{SPT} + s_2$$

dove $s_1 = 52,72 \text{ t/m}^2$ e $s_2 = 760,71 \text{ t/m}^2$.

- ✓ D'Appolonia et al. (1970) propongono per sabbie/ghiaie:

$$E' = 191 + 7,71N_{1,60}$$

dove

- ✓ $N_{1,60}$: significato visto in precedenza;
- ✓ E' : modulo di elastico di deformabilità.

5.2. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

In considerazione del possibile grado di fratturazione e delle dimensioni delle opere di sostegno e di fondazione da realizzare, la caratterizzazione geotecnica di tutte le formazioni rocciose incontrate lungo il tracciato verrà fatta facendo tendenzialmente riferimento alla classificazione dell'ammasso roccioso proposta da Bieniawski (1989), allo schema concettuale di mezzo continuo (omogeneo o stratificato) e ai criteri di rottura proposti e aggiornati da Hoek & Brown a partire dal 1980. In particolare:

- Il parametro RMR "Rock Mass Rating" verrà stimato sulla base di quanto in accordo a quanto proposto in Bieniawski (1989), il parametro GSI (Geological Strength Index) verrà valutato con la seguente espressione (vedi Sjoberg, 1997):

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

- L'involuppo delle resistenze dell'ammasso roccioso verrà valutato sulla base del criterio di Hoek & Brown (1988).

Valutazione del parametro RMR_{89}

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Per ogni litotipo il parametro RMR'89 viene stimato in accordo a quanto proposto in Bieniawski (1989), come somma dei seguenti 4 indici:
- Resistenza alla compressione semplice della roccia intatta (I1);
- Qualità della roccia RQD (I2);
- Spaziatura delle discontinuità (I3);
- Condizioni delle discontinuità (I4)

Nel seguito si riporta una tabella con l'attribuzione degli indici in funzione dei parametri che caratterizzano l'ammasso.

Tabella 5.1: Parametri per l'attribuzione dell'indice RMR

Parameter		Range of values							
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	For this low range - uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	Rating	15	12	7	4	2	1	0	
2	Drill core Quality RQD	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%			
	Rating	20	17	13	8	3			
3	Spacing of discontinuities	> 2 m	0.6-2 . m	200-600 mm	60-200 mm	< 60 mm			
	Rating	20	15	10	8	5			
4	Condition of discontinuities	Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge >5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous			
	Rating	30	25	20	10	0			

Non si terrà conto dell'indice che descrive qualitativamente l'orientamento più o meno favorevole delle discontinuità (incluse quelle dovute alla stratificazione) rispetto alle opere da realizzare; ove rilevante/possibile tale aspetto verrà messo in conto nella definizione del modello geometrico da utilizzare nelle analisi di progetto.

L'indice legato alla presenza dell'acqua verrà assunto pari a quello associabili a condizioni "dry". Gli effetti della presenza dell'acqua verranno messi in conto nella definizione del modello geotecnico da utilizzare nelle analisi di progetto.

Criteri di rottura

In accordo a quanto riportato in Brown & Hoek (1988), Hoek & Brown (1988) e Hoek, Kaiser & Bawden (1995) (vedi anche Sjoberg, 1997), Hoek et al. (2002) l'ammasso roccioso verrà descritto per ogni litotipo dal seguente criterio di rottura:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \cdot \left(m_b \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

essendo:

$$m_b = m_i \cdot e^{\frac{GSI-100}{28-14D}}$$

$$s = e^{\frac{GSI-100}{9-3D}}$$

D = 0 per "undisturbed rock masses"

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

D = 1 per “disturbed rock masses”

$$\alpha = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \cdot \left(e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}} \right)$$

GSI = RMR'89 – 5

RMR'89 = parametro in accordo con Bieniawski (1989);

mi = coefficiente relativo alla roccia intatta;

σ_1' = tensione principale efficace maggiore;

σ_3' = tensione principale efficace minore;

σ_c = resistenza alla compressione semplice della roccia intatta.

Nell'applicazione del criterio di rottura sopra riportato valgono le seguenti precisazioni:

In generale, per ogni litotipo il coefficiente mi verrà valutato sulla base dei risultati di prove triassiali su provini di roccia intatta e di un criterio di rottura analogo a quello dell'ammasso roccioso, con GSI = 100. In mancanza di dati sperimentali si farà riferimento a quanto riportato nella tabella seguente.

Tabella 5.2: Esempi di coefficiente mi relativo alla roccia intatta (Hoek e Brown, 1988; Hoek, Kaiser e Bawden, 1995)

Anhydrite	12 ± 2
Breccias	20 ± 2
Chalk	7 ± 2
Claystones	4 ± 2
Conglomerates	21 ± 3
Crystalline Limestone	12 ± 3
Dolomites	9 ± 3
Greywackes	18 ± 3
Gypsum	10 ± 2
Marls	7 ± 2
Micritic Limestones	8 ± 3
Sandstones	17 ± 4
Shales	6 ± 2
Siltstones	7 ± 2
Sparitic Limestones	10 ± 5

L'applicazione di criteri di rottura analoghi per la roccia intatta e per l'ammasso roccioso, ove l'unica differenza è rappresentata dai valori di GSI, implica che, per mi = 10, il rapporto tra la resistenza a trazione e la resistenza a compressione semplice della roccia intatta, è pari a $\cong 1/mi$.

In accordo a Sjöberg (1997), ai termini “undisturbed” e “disturbed” viene attribuito un significato legato anche alle modalità di utilizzo dei parametri di resistenza nelle analisi ingegneristiche; in particolare:

- Il criterio di rottura relativo alle “undisturbed rock masses” rappresenta la resistenza di picco dell'ammasso roccioso quando esso si trova in condizioni di pre-rottura;
- Il criterio di rottura relativo alle “disturbed rock masses” rappresenta la resistenza media disponibile lungo superfici di scivolamento critiche in condizioni di incipiente rottura; ricorrendo a terminologie proprie della meccanica dei terreni tale resistenza può essere denominata “softened”;

Sotto tali presupposti, nei casi rappresentati da situazioni non caratterizzate da dissesti pregressi o in atto, si opererà come segue:

- In analisi di stabilità o di interazione terreno-struttura eseguite con metodi ove non è possibile riprodurre il comportamento “strain softening” si farà riferimento ai parametri dell'ammasso relativi alle condizioni “disturbed”;

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- In analisi di stabilità o di interazione terreno-struttura condotte con metodi in grado di riprodurre la caduta di resistenza tra condizioni di picco e condizioni “softened” verranno presi come riferimento sia il criterio di rottura relativo alle condizioni “undisturbed” che quello relativo alle condizioni “disturbed”. Verranno inoltre ipotizzate diverse leggi di degrado dei parametri di resistenza, fra cui quella che contempla una repentina caduta di resistenza dalle condizioni di picco a quelle “softened”;
- Nel caso in esame, si è ritenuto di applicare in tutti i casi un valore medio del fattore di disturbo pari a 0.5;

Moduli di deformabilità

Laddove non siano disponibili risultati di prove di laboratorio specifiche, i moduli di Young “operativi” E_{op} dell'ammasso roccioso, utilizzabili in analisi con modelli costitutivi elastico-lineari o elastico-lineari-plastici, possono essere stimati sulla base di espressioni di letteratura desunte da confronti tra la risposta deformativa di ammassi (da prove in sito e/o back-analysis) e i parametri tipici dei sistemi di classificazione degli ammassi stessi (RMR, GSI). Alcune di tali espressioni possono essere riferite a particolari tipologie di ammassi. Nello specifico si è fatto riferimento alle seguenti espressioni (Serafim & Pereira, 1983; Mehrotra et al. 1991, Berardi e Bellingeri, 1998, Hoek et al., 2002):

$$E_{op} = 10 \cdot \left(\frac{RMR-10}{40} \right) \cdot [GPa]$$

$$E_{op} = 10 \cdot \left(\frac{RMR-30}{50} \right) \cdot [GPa]$$

$$E_{op} = 0.87 \cdot e^{(0.045-RMR)} \cdot [GPa]$$

$$E_{op} = 1000 \cdot \left(1 - \frac{D}{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{\sigma_c}{100}} \cdot 10^{(GSI-10)/40}$$

per $10 < GSI < 50$ e per $\sigma_c < 100$ MPa.

essendo:

D = coefficiente di disturbo, variabile tra 0 e 1.

Ove non diversamente specificato, è stato considerato un fattore di disturbo D pari a 0.7.

Nel caso in esame è stato fatto riferimento, in sede di caratterizzazione, alla quarta correlazione sopra indicata.

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA GENERALE E STRATIGRAFICA

Sulla base delle informazioni contenute nella relazione geologica, delle stratigrafie rilevate nel corso dei sondaggi geognostici e dei risultati delle prove eseguite in situ ed in laboratorio è stato possibile definire le principali unità stratigrafiche in cui può essere suddiviso il sottosuolo del sito in esame.

In generale, la metodologia adottata per la caratterizzazione geotecnica, dei terreni del sito, ha previsto:

- l'individuazione di un inquadramento geotecnico generale, di seguito descritto, che ha portato alla definizione delle principali unità stratigrafiche;
- l'assegnazione di parametri fisici e meccanici che contraddistinguono ciascuna unità stratigrafica, determinati, a partire dalle prove in situ e di laboratorio disponibili, mediante i procedimenti e le correlazioni già descritti nei capitoli precedenti.

Si possono quindi distinguere le seguenti unità geotecniche, che sono analizzate in maggiore dettaglio nei capitoli successivi:

- **Unità geotecnica A:** Limi argillosi superficiali: si tratta dello strato di terreno più superficiale, costituito da limi argillosi di spessore molto contenuto, compreso tra 0.4 m e 2.4 m, dalle caratteristiche meccaniche scadenti; in molti casi l'unità viene almeno parzialmente rimossa durante l'esecuzione delle opere di fondazione. L'unità è rinvenuta solamente nelle aree di Codolazza e S. Vigilio, ma nell'area di S. Vigilio è caratterizzata da spessore estremamente limitato, sempre inferiore ai 50 cm. Nell'area di Codolazza gli spessori sono leggermente superiori, mentre per il solo sondaggio S10 l'unità A ha spessore maggiore ed è presente al di sotto di un sottile strato di ghiaia superficiale (unità B), a profondità comprese tra 3.90 m e 7.40 m;
- **Unità geotecnica B:** Ghiaie e sabbie alluvionali; costituisce l'unità di terreno più presente nell'area di progetto, soprastante il substrato roccioso, e ha buone caratteristiche meccaniche; è caratterizzata da spessori variabili e raggiunge la profondità massima nell'area compresa tra lo svincolo di Codolazza e S. Vigilio, ovvero lungo il fiume Mella (riscontrata la roccia a 39.5 m da piano campagna in zona Codolazza e non incontrato il substrato nei primi 30 m zona S. Vigilio). Lo spessore si riduce avvicinandosi alla zona dell'imbocco della galleria Villa Carcina (25 m da piano campagna presso sondaggio S9) fino all'inizio della galleria naturale (18 m da piano campagna presso sondaggio S10). In area Sarezzo gli spessori sono più contenuti poiché l'unità lapidea E è più superficiale; in particolare gli spessori si riducono da 16-17 m fino a 3-4 m avvicinandosi dal ponte sul torrente Faidana fino all'imbocco della galleria.
- **Unità geotecnica C:** Radiolariti del Selcifero lombardo; costituite da selci policrome, costituiscono il substrato roccioso nella zona presso la valle del Mella e lo svincolo di Codolazza. L'unità è stata ritrovata nei sondaggi S5 e S6 a profondità comprese tra 35 m e 39.5 m; l'unità non ha rilevanza per le opere di fondazione dello svincolo di Codolazza, che sono fondate a quote più superficiale
- **Unità geotecnica D:** Rosso ad Aptici; Calcari marnosi spesso silicei di colore prevalentemente rosso, costituiscono il substrato roccioso nella zona di imbocco della galleria Villa Carcina lato Codolazza. L'unità è stata ritrovata nei sondaggi S9 e S10/Pz, a profondità pari rispettivamente a 25 m e 18 m;
- **Unità geotecnica E:** Calcari marnosi; Calcari marnosi, costituiscono il substrato roccioso nella zona di imbocco della galleria Villa Carcina presso lo sbocco di Sarezzo. L'unità è stata ritrovata nei sondaggi S14, S3.43E/Pz, S3.44E/Pz, S3.45E/Pz, a profondità crescenti allontanandosi dal fronte roccioso presso cui si trova lo sbocco della galleria presso lo svincolo di Sarezzo.

6.1. UNITÀ A – LIMI ARGILLOSI SUPERFICIALI

Come detto in precedenza, l'unità ha spessori significativi solo nell'area di Codolazza, per cui sono disponibili prove in situ e di laboratorio per eseguire una caratterizzazione geotecnica. I parametri ottenuti saranno estesi anche all'area di S. Vigilio (per cui è disponibile una sola prova), laddove risulti necessario.

Si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità A.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

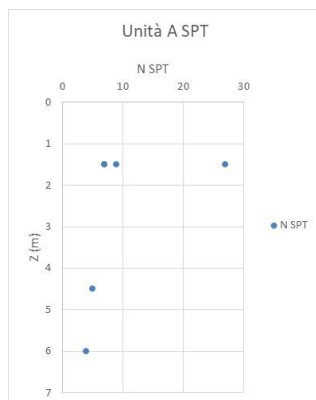


Figura 6-1: Risultati prove SPT Unità A Codolazza

Non sono disponibili prove di laboratorio per l'unità A finalizzate alla determinazione dei parametri meccanici. I Parametri di resistenza sono pertanto calcolati a partire dalle prove SPT. Il peso di unità di volume viene stimato in funzione delle prove SPT disponibili, in accordo alla correlazione di Bowles (1988), riportata nel capitolo 5.1. Si considera N SPT medio di 10, da cui si determinano γ pari a 17 kN/m³ e $\phi = 30^\circ$. Per quanto riguarda il modulo di Young, dall'applicazione della formula di Schultze Menzenbach validi per limi, riportata nel capitolo 5.1, si ottiene un modulo di Young di 7 MPa.

Relativamente all'area di Lumezzane, sono disponibili sia prove in sito che in laboratorio. Si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità A.

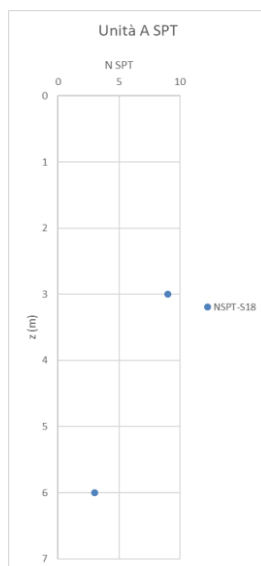


Figura 6-2: Risultati prove SPT Unità A Lumezzane

Dalle poche prove disponibili si ottiene un N SPT medio di 6 in accordo alla già citata correlazione di Bowles § 5.1 si determinano γ pari a 16 kN/m³ e $\phi = 29^\circ$

dall'unico campione indisturbato prelevato nei livelli fini si ottiene un valore di γ pari a 15,7 kN/m³ ed un valore di $C_u = 49.32$ ricavato da prova triassiale UU.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

6.2. UNITÀ B – GHIAIE E SABBIE ALLUVIONALI

L'Unità B è costituita da sabbie e ghiaie, in matrice più fine sabbiosa e talvolta limosa. Tale unità è riscontrata nelle aree di S. Vigilio, Codolazza e Sarezzo, seppure con caratteristiche meccaniche lievemente differenti per ciascuna area. Per questa ragione viene eseguita la caratterizzazione geotecnica di questa unità per ciascuna delle tre aree di studio.

Per tutte le aree sono disponibili prove in sito SPT e prove di laboratorio per la determinazione di parametri fisici. Per l'area di Codolazza sono disponibili anche prove di laboratorio per la determinazione dei parametri meccanici. La tabella riepilogativa delle prove è riportata nel precedente capitolo 4.

Si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità B per le 3 aree di progetto analizzate. Le prove che hanno ottenuto rifiuto sono state implementate nei diagrammi con l'indicazione di 100 colpi, ma non sono state considerate per la determinazione dei parametri meccanici.

Per l'area di S. Vigilio sono disponibili prove in sito SPT e prove di laboratorio per i parametri fisici. Si riportano di seguito i risultati delle prove SPT per l'area di S. Vigilio.

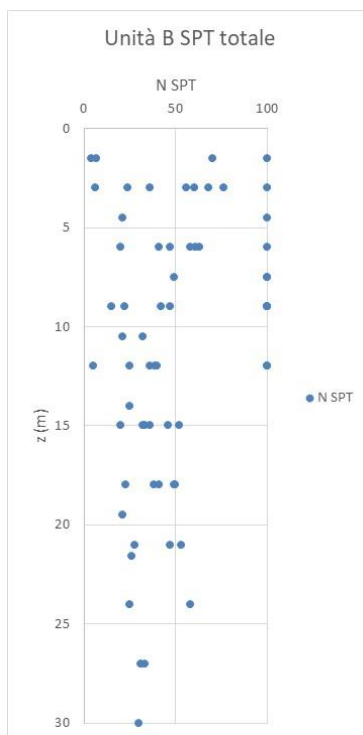


Figura 6-3: Risultati prove SPT Unità B – S. Vigilio

Si considera per che le prove desunte dalle indagini pregresse, che hanno evidenziato risultati mediamente superiori rispetto alle prove integrative, non sono ad oggi disponibili i log stratigrafici, ma solo le indicazioni riportate all'interno dei profili geotecnici del Progetto Esecutivo. Si preferisce pertanto concentrare l'attenzione sulle indagini integrative, che vengono riportate di seguito in maggiore dettaglio, rimuovendo peraltro anche i valori di prove che hanno dato rifiuto.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

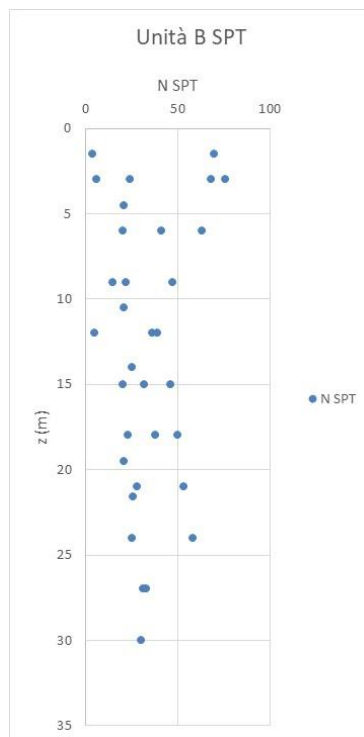


Figura 6-4: Risultati prove SPT Unità B sondaggi integrativi – S. Vigilio

Dall'analisi delle prove si nota una significativa variabilità dei risultati. Analizzando più in dettaglio tuttavia, si nota che le differenze nei risultati si distinguono da sondaggio a sondaggio, evidenziando pertanto una variabilità nelle caratteristiche di resistenza lungo lo sviluppo del tracciato. In particolare, procedendo da S. Vigilio in direzione nord, i parametri sembrano essere meno performanti, fino a raggiungere un valore minimo presso il sondaggio S4. Successivamente, a partire dal sondaggio S5, ricadente già all'interno delle indagini considerate per la caratterizzazione dell'area di Codolazza, le caratteristiche di resistenza incrementano nuovamente. In tutti i casi tuttavia, l'Unità B evidenzia parametri di resistenza da buoni a molto buoni, con la sola eccezione del sondaggio S4, che evidenzia parametri di resistenza più scadenti.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

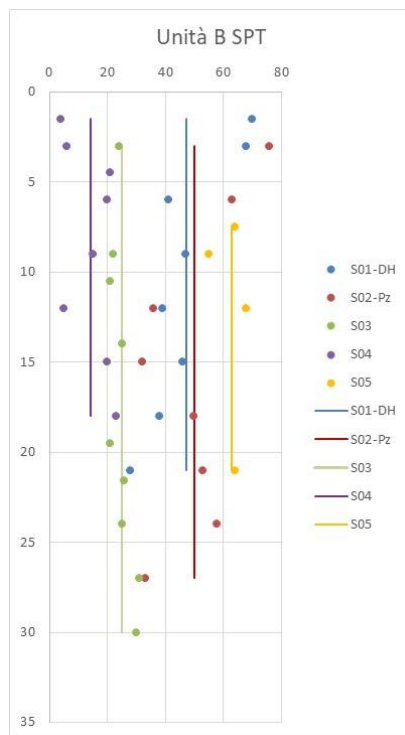


Figura 6-5: Risultati prove SPT Unità B sondaggi integrativi suddivise per sondaggio– S. Vigilio

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, si riportano i parametri geotecnici desunti dalle prove SPT per ciascun sondaggio, con riferimento alle correlazioni riportate nel precedente capitolo 5.1. L'angolo attrito risulta variabile lungo il tracciato tra un minimo di 32° a un massimo di 40°. Si precisa che dal punto di vista granulometrico il terreno mantiene lungo tutto il tracciato le medesime caratteristiche, come visibile dalle granulometrie riportate in Tabella 4.13, corrispondenti a ghiaia prevalentemente sabbiosa.

Tabella 6.1: Tabella riepilogativa parametri ottenuti da prove SPT – San Vigilio

Unità	Descrizione	Area	Opera	NSPT	φ'	c'	E
-	-	-	-	-	°	kPa	MPa
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggi S1-S2	Galleria artificiale sud	47	40	0	50
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggio S3	Galleria artificiale nord	25	34	0	35
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggio S4	Tracciato nord galleria	14	32	0	25

Per quanto riguarda il peso di volume, si fa riferimento alle considerazioni riportate di seguito per l'area di Codolazza e si considera $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Per quanto riguarda l'area di Codolazza, si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità B.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

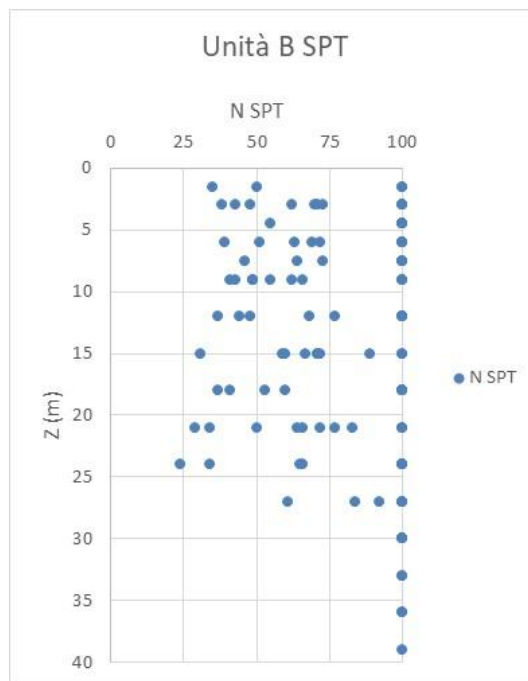


Figura 6-6: Risultati prove SPT Unità B - Codolazza

Si nota che il solo sondaggio S9, posto in prossimità dell'imbocco della galleria Villa Carcina, fornisce valori leggermente inferiori alla media, come visibile nella figura seguente. Per questa ragione, per la sola area di imbocco si considerano in particolare i risultati del sondaggio S9 (SPT medio 45 colpi).

Dall'analisi delle prove SPT si ottengono valori dell'angolo di attrito pari a 39° e 36° per il sondaggio S9.

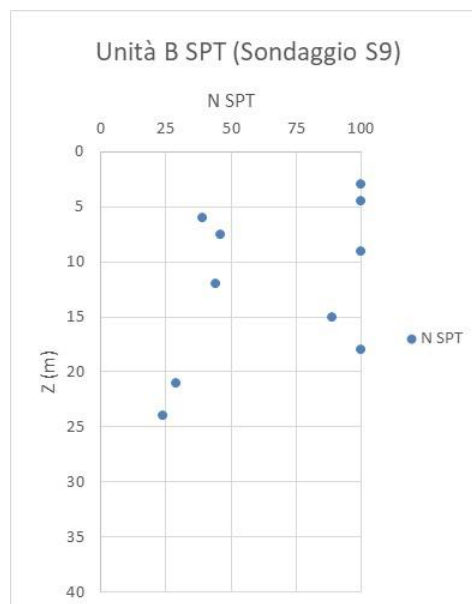


Figura 6-7: Risultati prove SPT Unità B – Codolazza – Sondaggio S9

Si riporta di seguito l'interpretazione dei risultati delle prove di taglio diretto eseguite per l'area di Codolazza.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

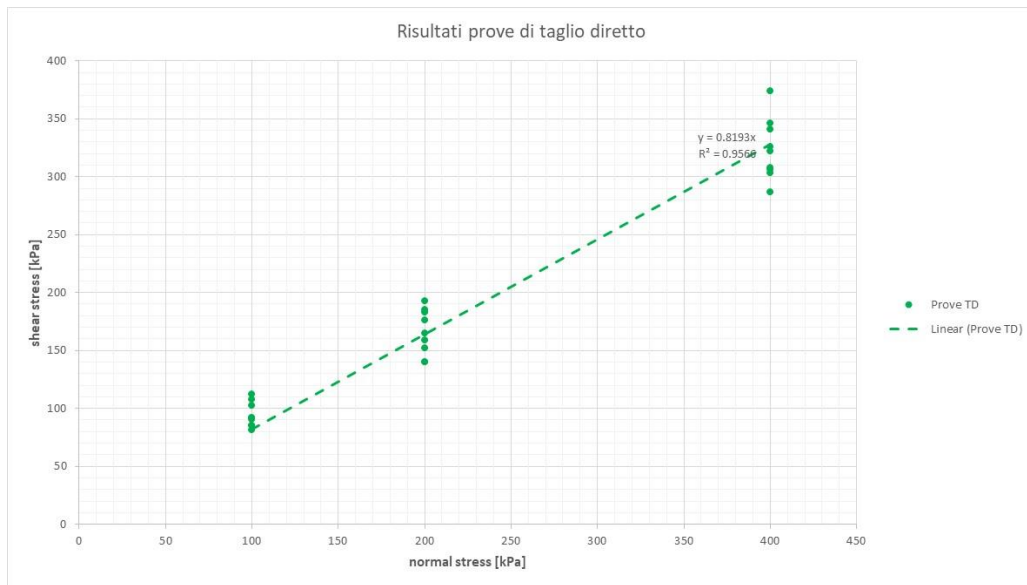


Figura 6-8: Risultati prove di taglio diretto – Codolazza

Dall'interpretazione delle prove si ottiene un angolo di attrito di 39°, in analogia con quanto ottenuto dalle prove SPT.

Il peso dell'unità di volume è desunto dalle prove di laboratorio disponibili, da cui si ottiene un valore medio di 20.5 kN/m³. Si assume un valore di riferimento per la caratterizzazione di 20 kN/m³.

Per quanto riguarda l'area di Sarezzo, si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità B. Si considerano i risultati delle prove ottenute dai vicini sondaggi S3.44, S3.45, S14, mentre si trascurano i risultati ottenuti dal sondaggio S3.46, poiché molto distante dalle opere di progetto.

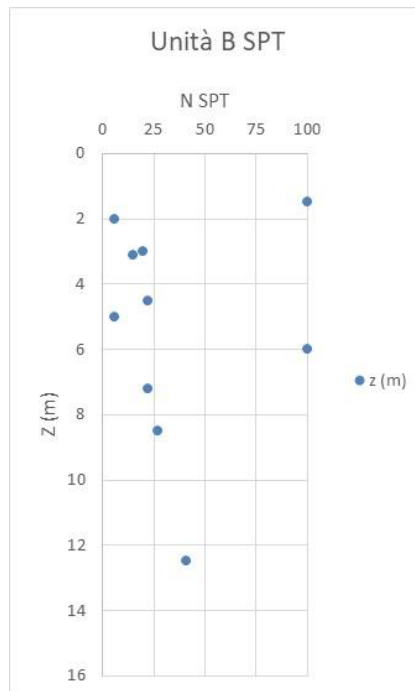


Figura 6-9: Risultati prove SPT Unità B - Sarezzo

Dall'analisi delle prove SPT si ottiene un valore medio delle prove di 19 colpi e un angolo di attrito di 32°.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Per quanto riguarda il peso di volume, si fa riferimento alle considerazioni riportate di seguito per l'area di Codolazza e si considera $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

Per quanto riguarda l'area di Lumezzane, si riportano di seguito i diagrammi di sintesi delle prove SPT, relativi all'unità B. Si considerano i risultati delle prove ottenute dai sondaggi S16, S18, mentre si trascurano i risultati ottenuti dai sondaggi S17 e S17 e S17ter, in quanto nei primi due sondaggi non sono stati eseguite prove SPT, mentre nell'ultimo è stata eseguita una sola prova terminata a "rifiuto".

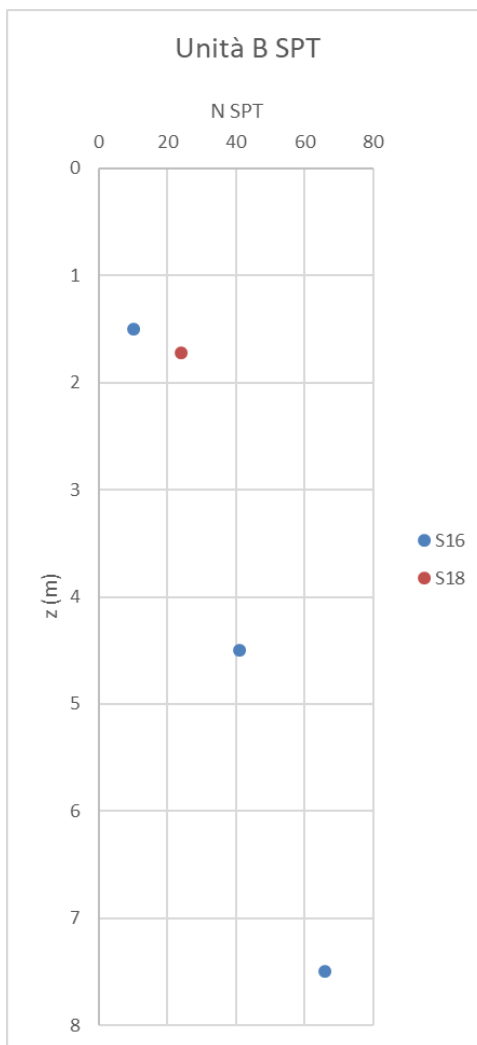


Figura 6-10: Risultati prove SPT Unità B - Sarezzo

Dall'analisi delle prove SPT si ottiene un valore medio delle prove di 35 colpi e un angolo di attrito di 38° .

Per quanto riguarda il peso di volume, si fa riferimento alle considerazioni riportate di seguito per l'area di Codolazza e si considera $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

6.3. UNITÀ C – RADIOLARITI

L'unità geotecnica C è caratterizzata dalla presenza di conglomerati del litotipo Radiolariti, che costituiscono il substrato roccioso nella zona presso la valle del Mella e lo svincolo di Codolazza. L'unità è stata ritrovata nei sondaggi S5 e S6 a profondità comprese tra 35 m e 39.5 m, mentre non è stata riscontrata nei sondaggi dell'area di S. Vigilio, caratterizzati da una lunghezza massima di 30 m; l'unità non ha rilevanza di calcolo per le opere di fondazione dello svincolo di Codolazza, che sono fondate a quote più superficiale. Per completezza si riporta comunque di seguito la caratterizzazione geomeccanica per l'unità in oggetto, con riferimento ai risultati delle prove di laboratorio disponibili per l'area di Codolazza, riportati in Tabella 4.15, e degli indici RQD disponibili, riportati in Tabella 4.10.

Per quanto riguarda il peso dell'unità di volume, si considerano i risultati delle prove di laboratorio disponibili, da cui si evince un valore medio di 26 kN/m³.

Si determina l'indice GSI in funzione di RMR in accordo alle correlazioni riportate nel capitolo 5.2, con riferimento alla tabella Tabella 5.1, considerando un valore medio di σ_{ci} pari a 24.6 MPa e un indice RQD medio di 56. Per quanto riguarda le discontinuità si considerano cautelativamente parametri di apertura e riempimento delle fessure scadenti (assegnati punteggi 8+8 con riferimento alla Tabella 5.1). Si ottiene un indice RMR pari a 33 e un indice GSI pari a 28. Sulla base dei valori di RQD, σ_c , GSI, attraverso il software freeware Roclab, sviluppato da Rocscience, sono stati determinati i parametri di c' e ϕ' per mezzo del criterio di Hoek-Brown. I risultati sono riportati nella figura seguente.

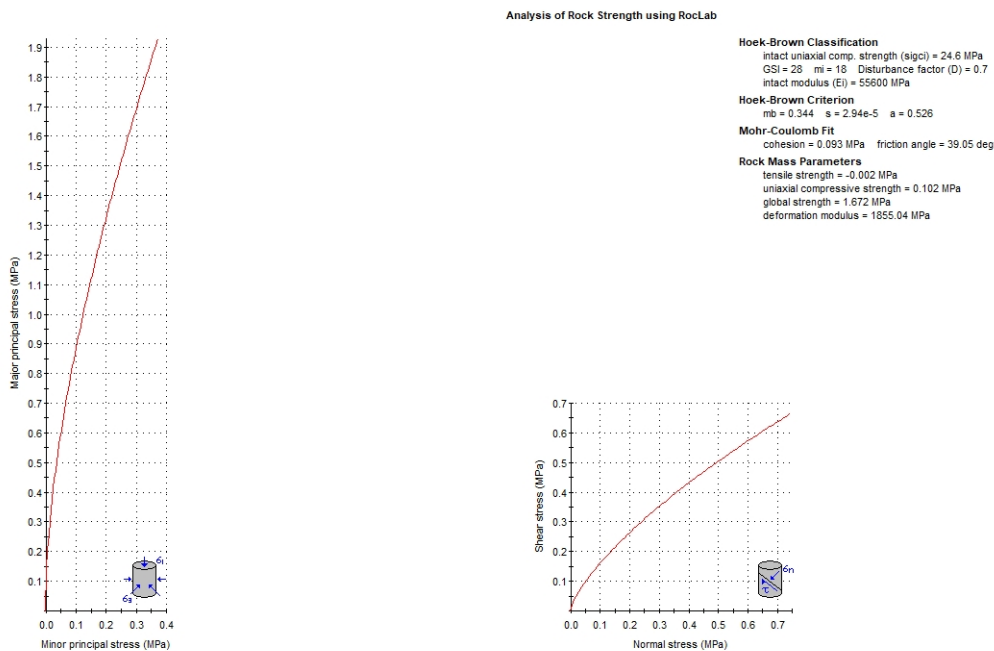


Figura 6-11: Determinazione dei parametri meccanici per mezzo del criterio di Hoek-Brown Unità C

Con riferimento alla figura sopra riportata, si ottengono i seguenti parametri geotecnici equivalenti:

- $\phi' = 39^\circ$
- $c' = 90$ kPa
- $E = 1850$ MPa (si adotta un valore cautelativo di 1000 MPa)

6.4. UNITÀ D – ROSSO AD APTICI

L'unità geotecnica D è costituita da calcari marnosi del litotipo Rosso ad Aptici ed è stata riscontrata nella zona presso l'imbocco della galleria Villa Carcina, immediatamente a nord rispetto allo svincolo di Codolazza. L'unità è stata ritrovata nei sondaggi S9 e S10 a profondità comprese tra 25 m e 18 m, con una riduzione della profondità di ritrovamento avvicinandosi alla galleria naturale Villa Carcina; l'unità non ha rilevanza di calcolo

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

per le opere di fondazione dello svincolo di Codolazza e di sostegno presso i manufatti di imbocco, per cui è stata cautelativamente trascurata la presenza di unità litoidi. Per completezza si riporta comunque di seguito la caratterizzazione geomeccanica per l'unità in oggetto, con riferimento ai risultati delle prove di laboratorio disponibili per l'area di Codolazza, riportati in Tabella 4.15, e degli indici RQD disponibili, riportati in Tabella 4.10.

Per quanto riguarda il peso dell'unità di volume, si considerano i risultati delle prove di laboratorio disponibili, da cui si evince un valore medio di 26 kN/m³.

Si determina l'indice GSI in funzione di RMR in accordo alle correlazioni riportate nel capitolo 5.2, con riferimento alla tabella Tabella 5.1, considerando un valore medio di σ_{ci} pari a 22.9 MPa e un indice RQD medio di 71. Per quanto riguarda le discontinuità si considerano cautelativamente parametri di apertura e riempimento delle fessure scadenti (assegnati punteggi 8+8 con riferimento alla Tabella 5.1). Si ottiene un indice RMR pari a 33 e un indice GSI pari a 28. Sulla base dei valori di RQD, σ_c , GSI, attraverso il software freeware Roclab, sviluppato da Rocscience, sono stati determinati i parametri di c' e ϕ' per mezzo del criterio di Hoek-Brown. I risultati sono riportati nella figura seguente.

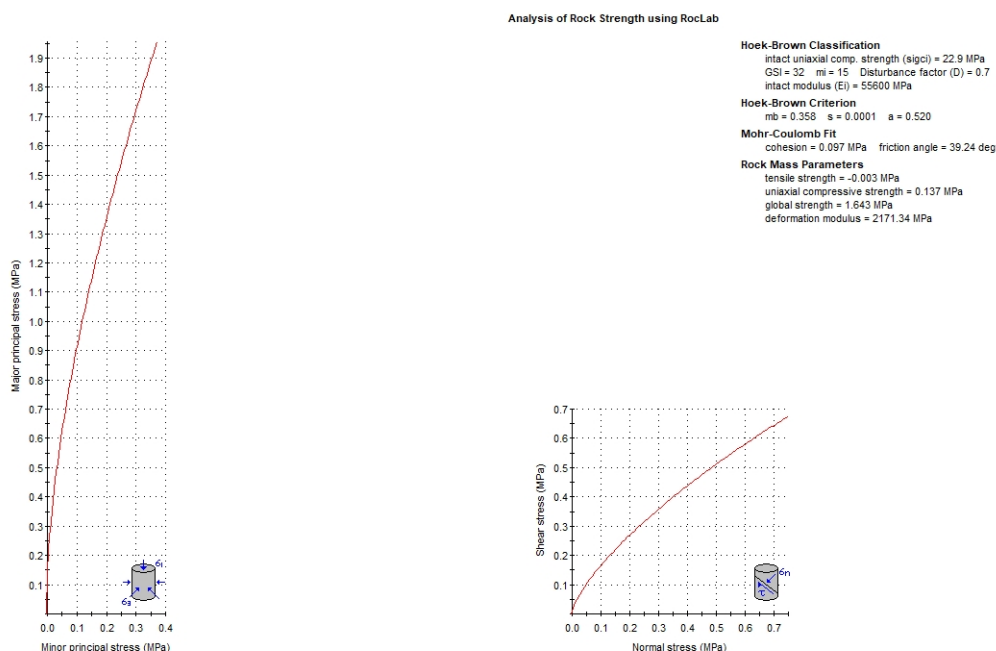


Figura 6-12: Determinazione dei parametri meccanici per mezzo del criterio di Hoek-Brown Unità D

Con riferimento alla figura sopra riportata, si ottengono i seguenti parametri geotecnici equivalenti:

- $\phi' = 39^\circ$
- $c' = 90$ kPa
- $E = 2170$ MPa (si adotta un valore cautelativo di 1000 MPa)

6.5. UNITÀ E – CALCARE DI GARDONE VAL TROMPIA

L'unità geotecnica E è costituita da calcari marnosi del litotipo Calcare di Gardone ed è stata riscontrata nella zona presso l'imbocco della galleria Villa Carcina lato Sarezzo e nell'area di Lumezzane.

Relativamente all'area di Sarezzo, l'unità è stata ritrovata nei sondaggi S14, S14bis, S3.43, S3.44, S3.45 a profondità comprese tra 3.5 m (il sondaggio S3.43) e 16-17 m (sondaggi S3.44 e S3.45), con una riduzione della profondità di ritrovamento avvicinandosi alla galleria Villa Carcina; l'unità ha rilevanza di calcolo per le

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

opere di imbocco della galleria e per le fondazioni su pali delle spalle del viadotto sul torrente Faidana. Si riporta di seguito la caratterizzazione geomeccanica per l'unità in oggetto, con riferimento ai risultati delle prove di laboratorio disponibili per l'area di Sarezzo, riportati in Tabella 4.17, e degli indici RQD disponibili, riportati in Tabella 4.11.

Per quanto riguarda il peso dell'unità di volume, si considerano i risultati delle prove di laboratorio disponibili, da cui si evince un valore medio di 26 kN/m³.

Si determina l'indice GSI in funzione di RMR in accordo alle correlazioni riportate nel capitolo 5.2, con riferimento alla tabella Tabella 5.1, considerando un valore medio di σ_{ci} pari a 71 MPa (valore minimo 63 MPa) e un indice RQD medio di 44. Per quanto riguarda le discontinuità si considerano cautelativamente parametri di apertura e riempimento delle fessure scadenti (assegnati punteggi 8+8 con riferimento alla Tabella 5.1). Si ottiene un indice RMR pari a 33 e un indice GSI pari a 30. Sulla base dei valori di RQD, σ_c , GSI, attraverso il software freeware Roclab, sviluppato da Rocscience, sono stati determinati i parametri di c' e ϕ' per mezzo del criterio di Hoek-Brown. I risultati sono riportati nella figura seguente.

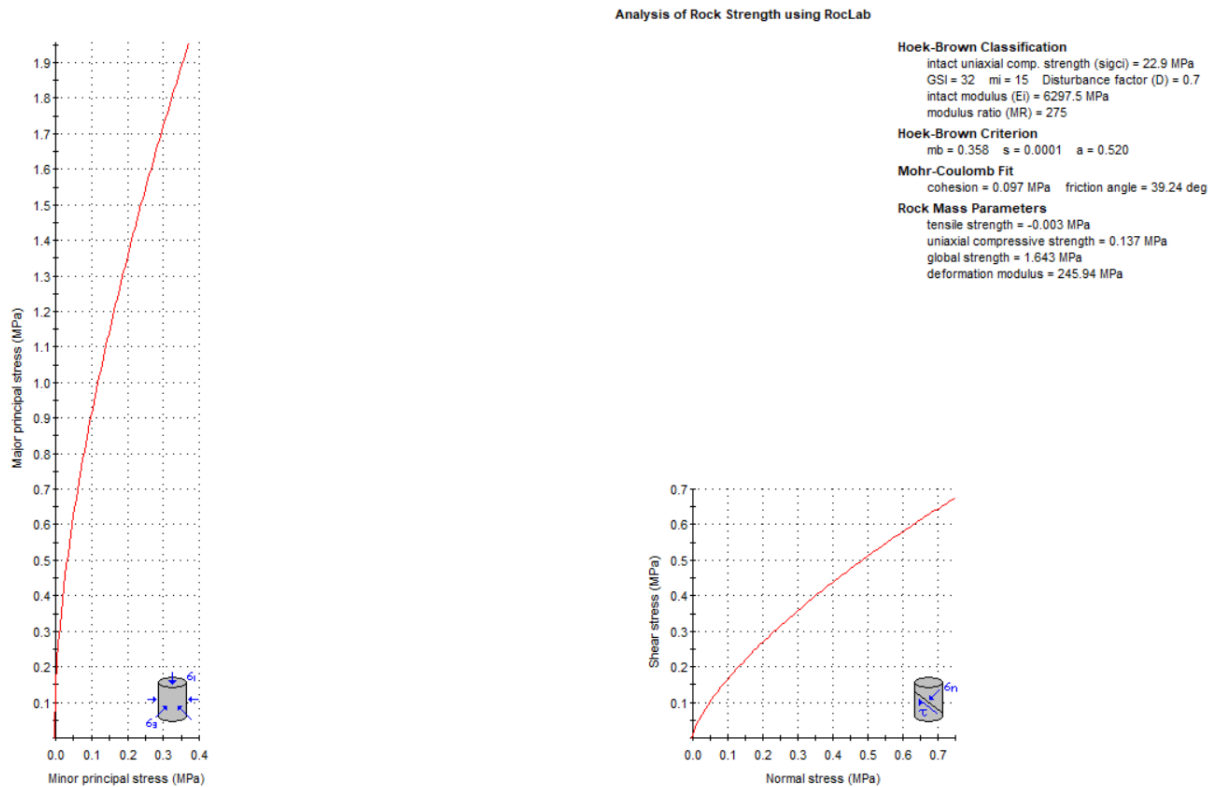


Figura 6-13: Determinazione dei parametri meccanici per mezzo del criterio di Hoek-Brown Unità E

Con riferimento alla figura sopra riportata, si ottengono i seguenti parametri geotecnici equivalenti:

- $\phi' = 44^\circ$ (si adotta un valore cautelativo di 39°)
- $c' = 120$ kPa (si adotta un valore cautelativo di 90 MPa)
- $E = 1090$ MPa (si adotta un valore cautelativo di 1000 MPa)

Relativamente all'area di Lumezzane, l'unità è stata riscontrata in tutti i sondaggi eseguiti per l'area S16, S17, S17bis, S17ter, S18, a profondità comprese tra 3.5 m (S17 ter) e 11 m (S17). L'unità ha rilevanza per le fondazioni su pali dei viadotti e per le opere di imbocco della galleria.

Si riporta di seguito la caratterizzazione geomeccanica per l'unità in oggetto, con riferimento ai risultati delle prove di laboratorio disponibili per l'area di Sarezzo, riportati in Tabella 4.19, e degli indici RQD disponibili, riportati in Tabella 4.12.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Per quanto riguarda il peso dell'unità di volume, si considerano i risultati delle prove di laboratorio disponibili, da cui si evince un valore medio di 27.74 kN/m³.

Si determina l'indice GSI in funzione di RMR in accordo alle correlazioni riportate nel capitolo 5.2, con riferimento alla tabella Tabella 5.1, considerando un valore medio di σ_{ci} pari a 73 MPa (valore minimo 36.7 MPa) e un indice RQD medio di 59.3. Per quanto riguarda le discontinuità si considerano cautelativamente parametri di apertura e riempimento delle fessure scadenti (assegnati punteggi 8+8 con riferimento alla Tabella 5.1). Si ottiene un indice RMR pari a 36 e un indice GSI pari a 31. Sulla base dei valori di RQD, σ_c , GSI, attraverso il software freeware Roclab, sviluppato da Rocscience, sono stati determinati i parametri di c' e ϕ' per mezzo del criterio di Hoek-Brown. Per quanto riguarda i parametri di deformabilità si fa riferimento ai risultati delle prove di laboratorio disponibili, da cui si evincono valori per la roccia intatta compresi tra 40000 MPa e 135000 MPa, e si sceglie un valore cautelativo di 40000 MPa. I risultati sono riportati nella figura seguente.

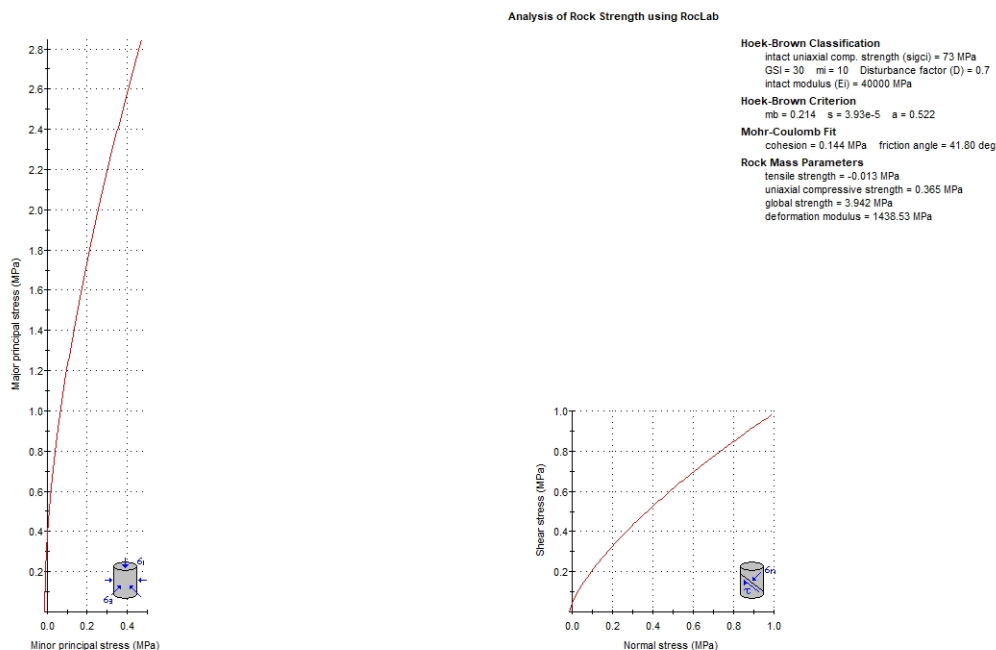


Figura 6-14: Determinazione dei parametri meccanici per mezzo del criterio di Hoek-Brown Unità E

Con riferimento alla figura sopra riportata, si ottengono i seguenti parametri geotecnici equivalenti:

- $\phi' = 43^\circ$
- $c' = 130$ kPa (si adotta un valore cautelativo di 120 MPa)
- $E = 1430$ MPa (si adotta un valore cautelativo di 700 MPa)

6.6. SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Alla luce di quanto determinato nei capitoli precedenti, si riepilogano nelle tabelle seguenti i parametri geotecnici relativi alle tre aree di progetto di S. Vigilio, Codolazza e Sarezzo.

Sintesi parametri geotecnici Area S. Vigilio							
Unità	Descrizione	Area	Opera	γ	ϕ'	c'	E
-	-	-	-	kN/m ³	°	kPa	MPa
A	Limi argillosi superficiali	Sondaggi S1-S2	Galleria artificiale sud	17	30	0	7
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggi S1-S2	Galleria artificiale sud	20	40	0	50
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggio S3	Galleria artificiale Nord	20	34	0	35
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	Sondaggio S4	Tracciato a nord galleria	20	31	0	25

Figura 6-15: Parametri geotecnici area S. Vigilio

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Sintesi parametri geotecnici Area Codolazza					
Unità	Descrizione	γ	ϕ'	c'	E
-	-	kN/m ³	°	kPa	MPa
A	Limi argillosi superficiali	17	30	0	7
B (*)	Ghiaie e sabbie alluvionali	20	39	0	50
C	Ceppo	25	39	90	1000
D	Rosso ad Aptici	25	39	90	1000

(*) Per la sola area di imbocco della galleria Villa Carcina (Sondaggio S9), le prove in sito hanno fornito risultati leggermente inferiori (N SPT = 30). Si considerano pertanto i seguenti parametri: $\gamma = 20$ kN/m³, $\phi = 36^\circ$, E = 40 Mpa

Figura 6-16: Parametri geotecnici area Codolazza

Unità	Descrizione	γ	ϕ'	c'	E
-	-	kN/m ³	°	kPa	MPa
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	20	39	0	50
E	Calcarei marnosi	26	39	90	1000

Figura 6-17: Parametri geotecnici area Sarezzo

Sintesi parametri geotecnici Area Lumezzane						
Unità	Descrizione	γ	ϕ'	c'	E	Note
-	-	kN/m ³	°	kPa	MPa	-
A	Limi argillosi superficiali/argille limose superficiali	16	29	0	7	
B	Ghiaie e sabbie alluvionali	20	38	0	50	
E	Calcarei marnosi	27	43	120	700	
E*	Alterazione calcareari marnosi / Cavità	20	38	0	50	I parametri sono assegnati ai materiali di riempimento alterati e non si assegnano alle cavità

Figura 6-18: Parametri geotecnici area Lumezzane

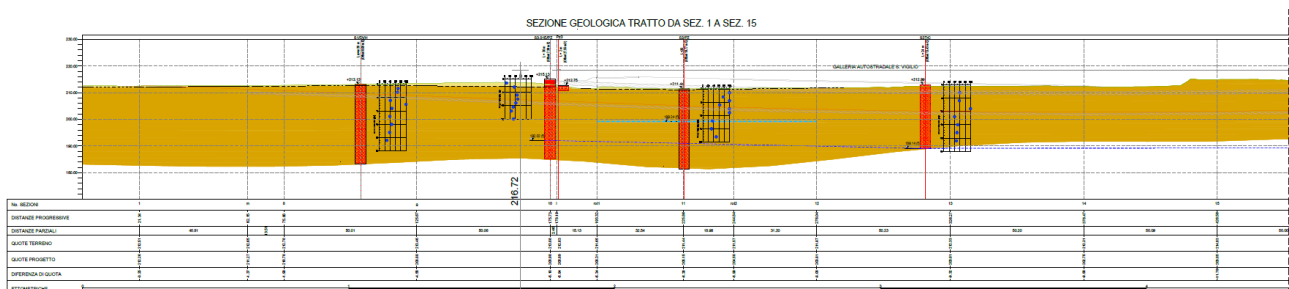
Per quanto riguarda i materiali di riempimento previsti presso i rilevati, si considera l'utilizzo di materiali provenienti dallo scavo delle gallerie, opportunamente compattati. Per tale materiale si considerano un peso dell'unità di volume di 19 kN/m³ e un angolo di attrito di 35°.

6.7. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

Dal punto di vista stratigrafico le tre aree oggetto di analisi sono caratterizzate da una generale uniformità dal punto di vista stratigrafico, in particolare per quanto riguarda le unità terrigene. La principale variabilità è infatti dovuta alla quota di reperimento del substrato roccioso. Si possono tuttavia distinguere due differenti aree di progetto, caratterizzate da colonne stratigrafiche differenti:

- Porzione centrale della valle del fiume Mella, caratterizzata dalla presenza di spessori maggiori di depositi alluvionali (unità B), soprastanti il substrato roccioso, costituito in quest'area dalle Radiolariti (unità C);
- Porzioni laterali della valle del fiume Mella, in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, caratterizzata dalla presenza di spessori minori di depositi alluvionali (unità B), soprastanti il substrato roccioso, costituito da Rosso ad Aptici (Unità D) presso l'imbocco della galleria Villa Carcina lato Brescia e da Calcarei di Gardone (Unità E) presso l'imbocco sud della galleria lato Sarezzo;

Si riportano di seguito i profili stratigrafici per le tre aree di S. Vigilio, Codolazza e Sarezzo, oggetto di caratterizzazione.



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

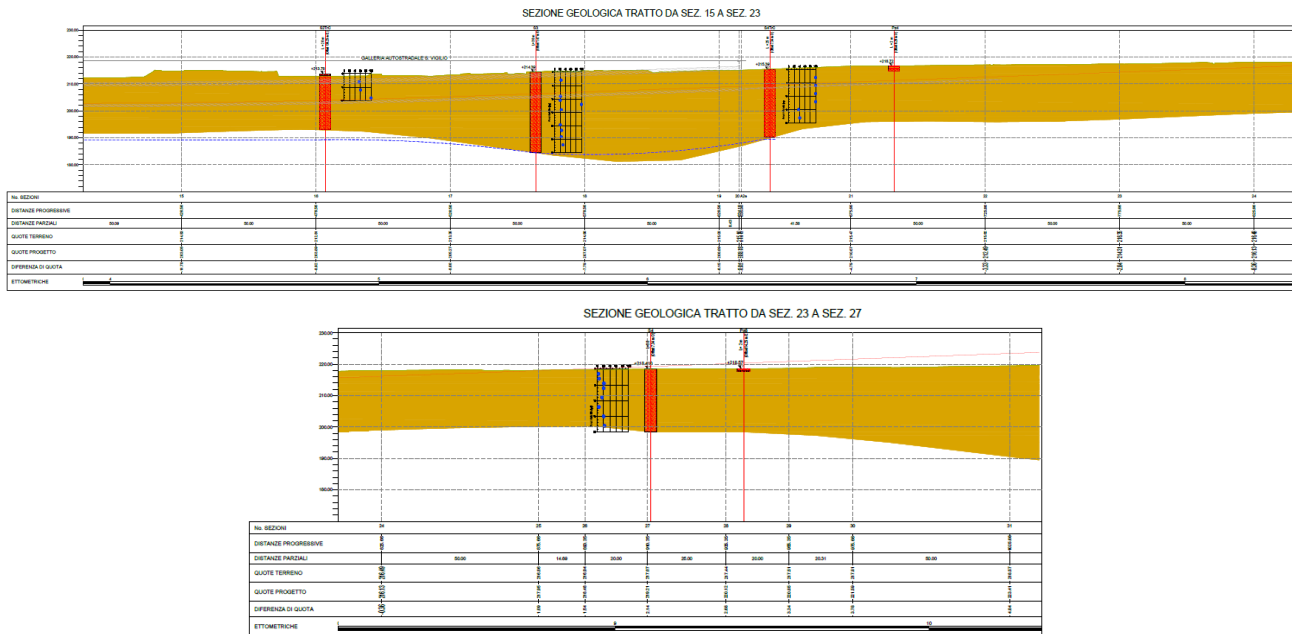
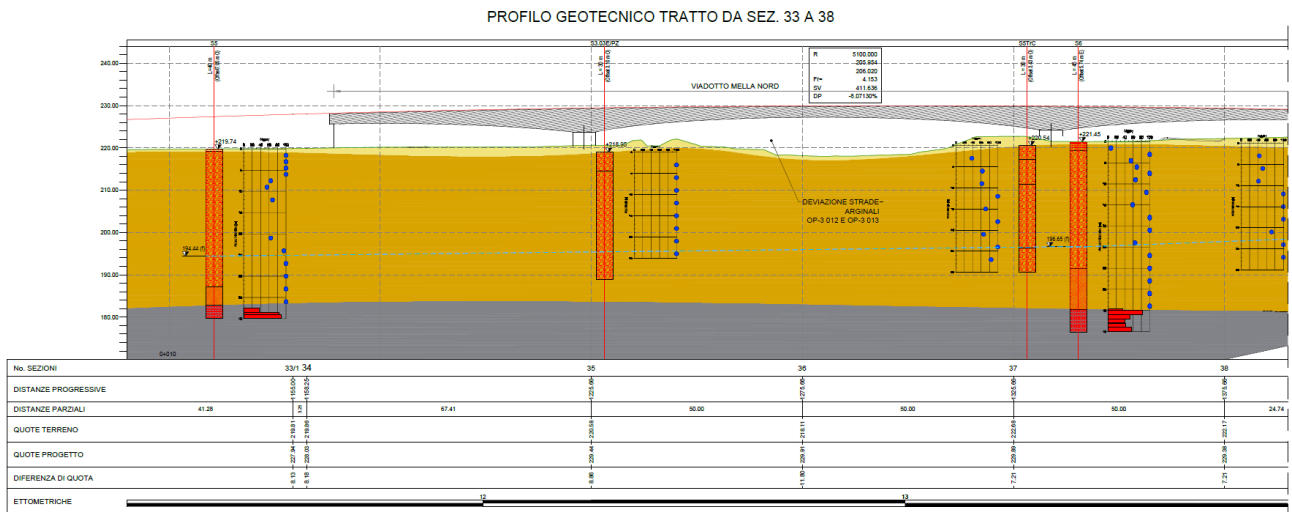


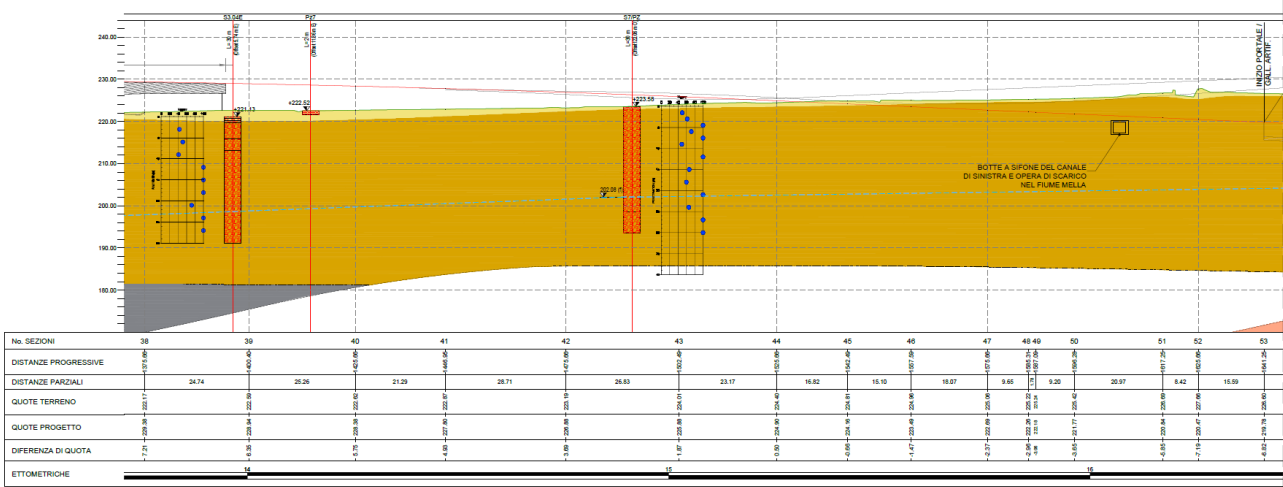
Figura 6-19: Profilo stratigrafico area S. Vigilio



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

PROFILO GEOTECNICO TRATTO DA SEZ. 38 A 53



PROFILO GEOTECNICO TRATTO DA SEZ. 53 A 75

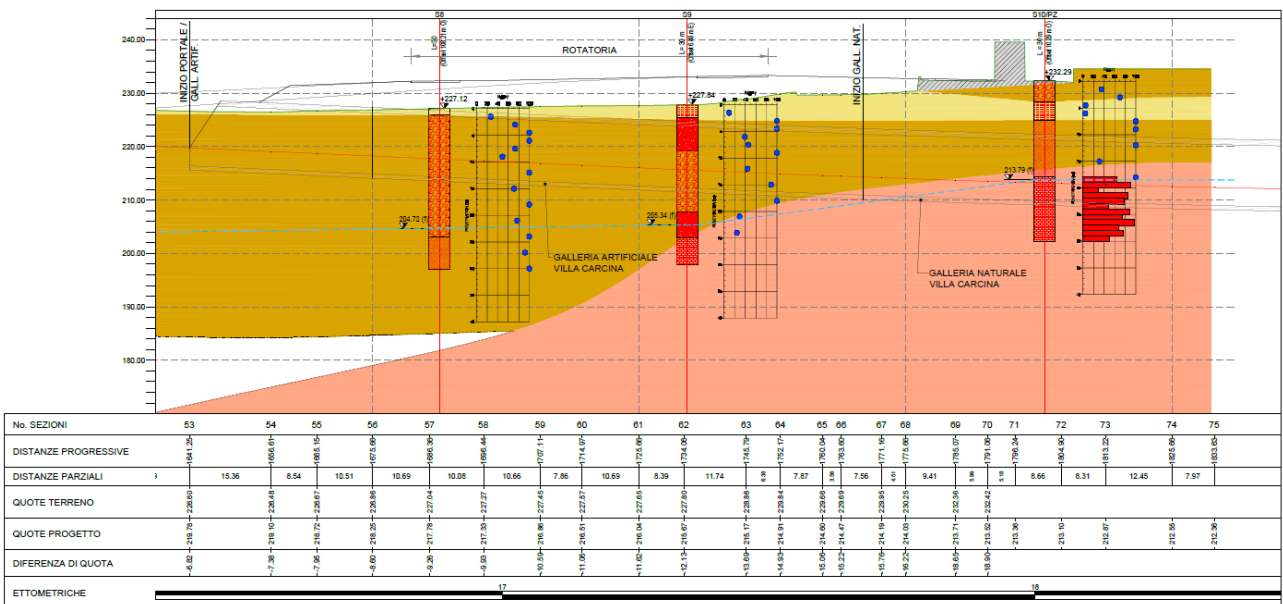
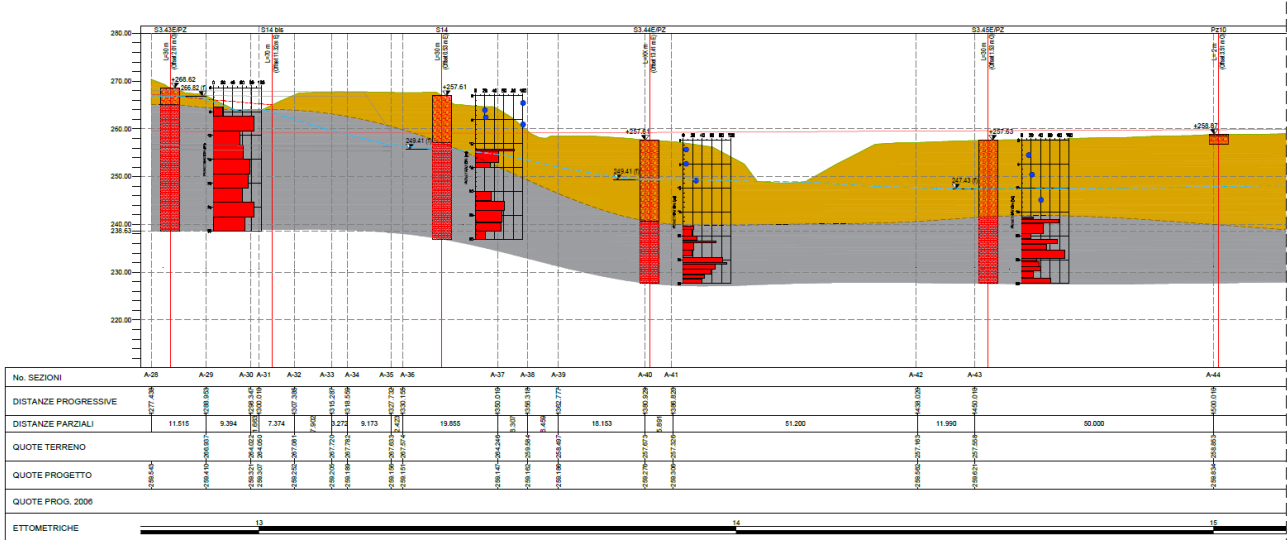


Figura 6-20: Profilo stratigrafico area Codolazza

RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

SEZIONE GEOLOGICA TRATTO DA SEZ. A-28 A SEZ. A-44



SEZIONE GEOLOGICA TRATTO DA SEZ. A-44 A SEZ. A-51

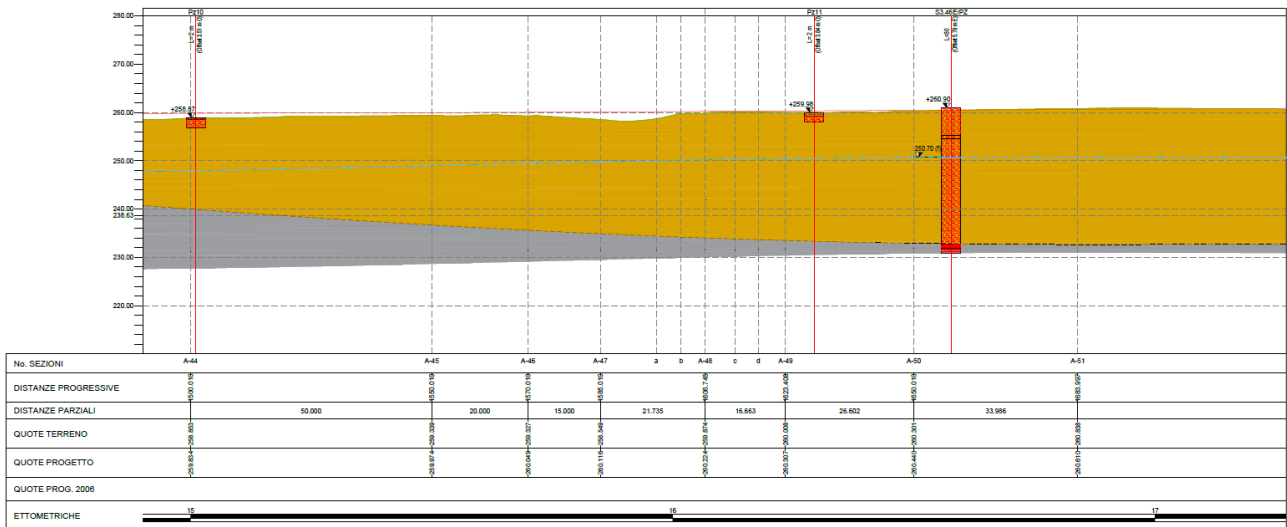
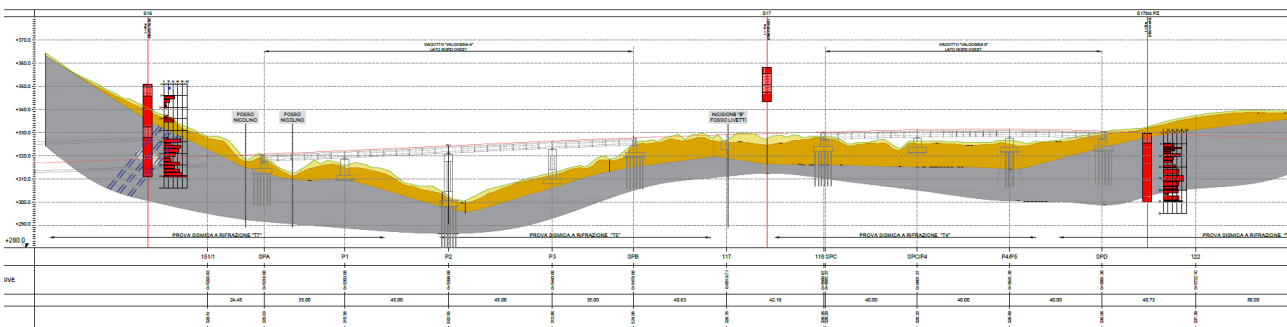


Figura 6-21: Profilo stratigrafico area Sarezzo



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

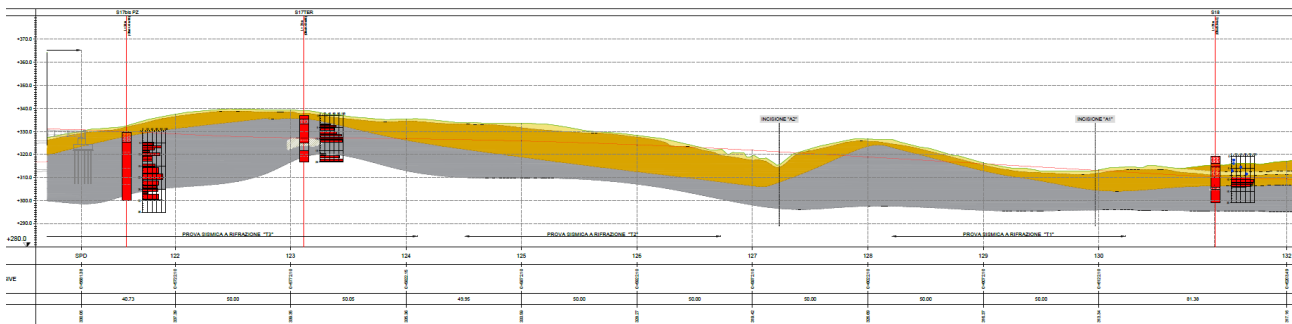


Figura 6-22: Profilo stratigrafico area Lumezzane

Relativamente all'area di Lumezzane si osserva generalmente una successione partendo dall'alto verso il basso di unità terrigene fini, unità terrigene grossolane ed unità litoidi. In corrispondenza della zona di imbocco (S16), l'unità E da - 18,5 m fino a -23,10 m dal p.c. si presenta fortemente fratturata /alterata, tale zona risulta una probabile zona di faglia. La presenza di eventuali zone di faglia (con inclinazione compresa tra 45° e 50° nella zona di imbocco della galleria) risulta documentata anche dalla cartografia geologica disponibile (cfr. fig. a seguire).

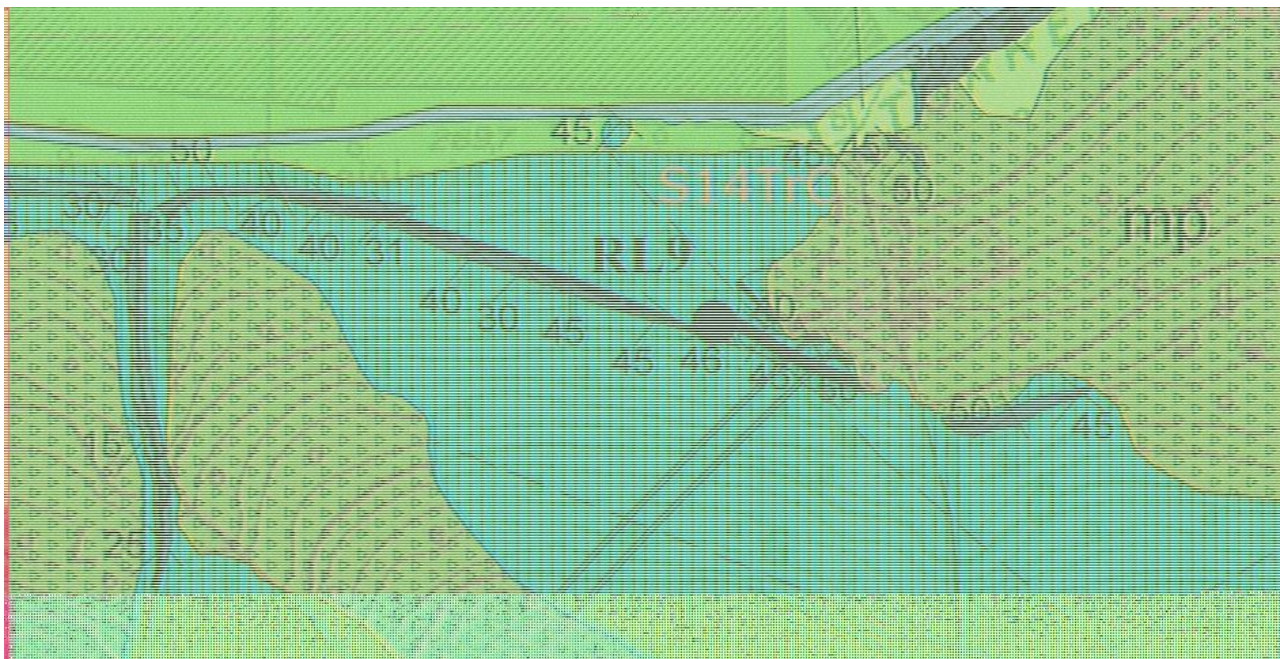


Figura 6-23: Geologia della zona di imbocco con giaciture strati orientati circa 135° Nord e inclinazione 45-50°

Infine, durante l'esecuzione dei sondaggi (S17Ter) è stata segnalata la presenza di una cavità. Sulla base delle indagini geognostiche eseguite e degli stendimenti geofisici ad oggi disponibili risulta essere la sola individuata per quanto riguarda l'area in esame.

Per quanto riguarda la falda, per l'area di S. Vigilio è stata riscontrata nelle indagini integrative a una profondità di 12.2 m da piano campagna. Le indagini pregresse evidenziano invece una profondità della falda maggiore, compresa tra 15 m e 20 m. Per quanto riguarda l'area di Codolazza, è stata identificata per tutti i sondaggi a profondità pari o superiori a circa 20 m, con riferimento sia alle indagini pregresse sia alle indagini integrative. Nell'area di Sarezzo la falda è stata riscontrata nei due sondaggi eseguiti presso le sponde del torrente Faidana, a profondità comprese tra 8 m e 12 m. Per quanto riguarda l'area di Lumezzane, la campagna di indagini integrative non ha evidenziato la presenza della falda, pertanto per le zone di versante è stata considerata assente. Relativamente alle zone di fondovalle, le indagini a disposizione (campagna di indagini del 2004) in linea di massima piuttosto distanti rispetto alle opere in progetto, oltre a confermare gli spessori dei vari strati individuati tramite campagna di indagini integrative, evidenziano delle quote di falda riconducibili alla quota fluviale.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7. ANALISI DI STABILITÀ

Sulla base della caratterizzazione geotecnica e stratigrafica esposta nei parametri precedenti, sono state eseguite delle analisi di stabilità su alcune sezioni di calcolo ritenute significative disposte lungo il tracciato. Le sezioni analizzate sono riportate nella planimetria seguente.

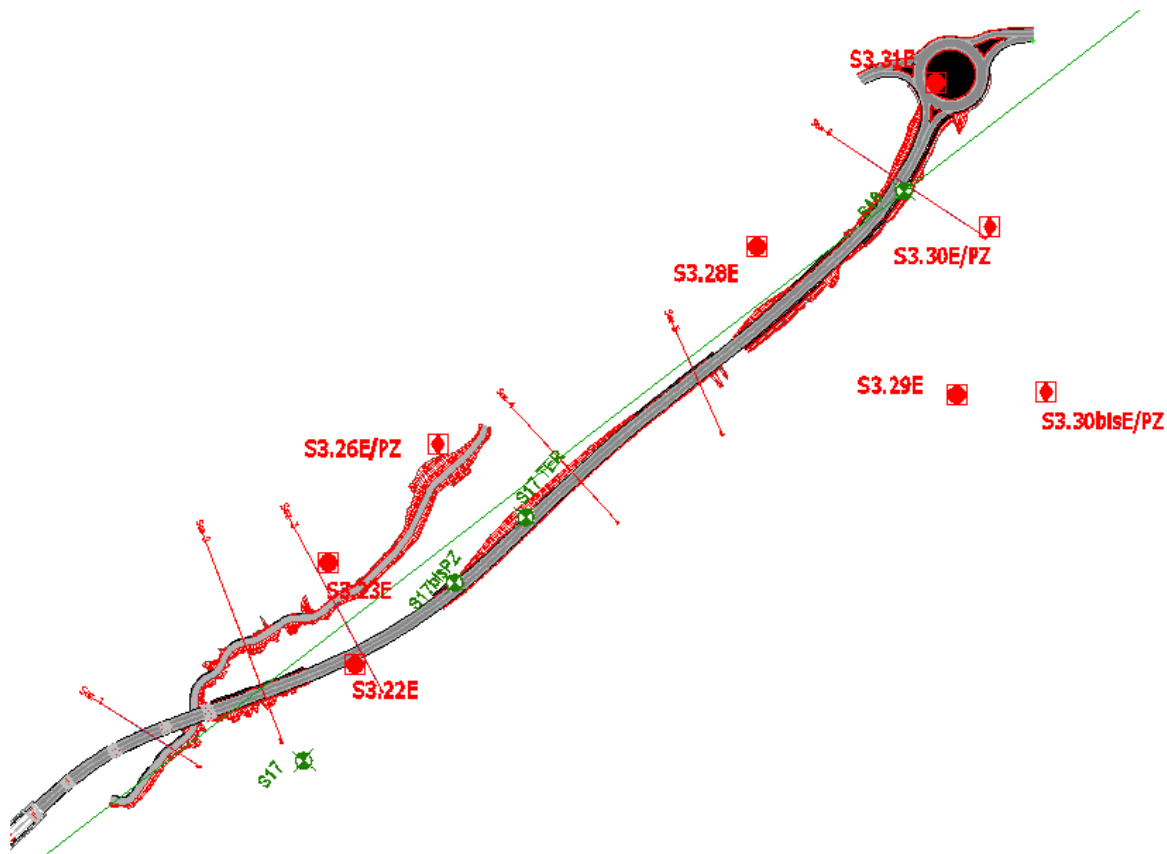
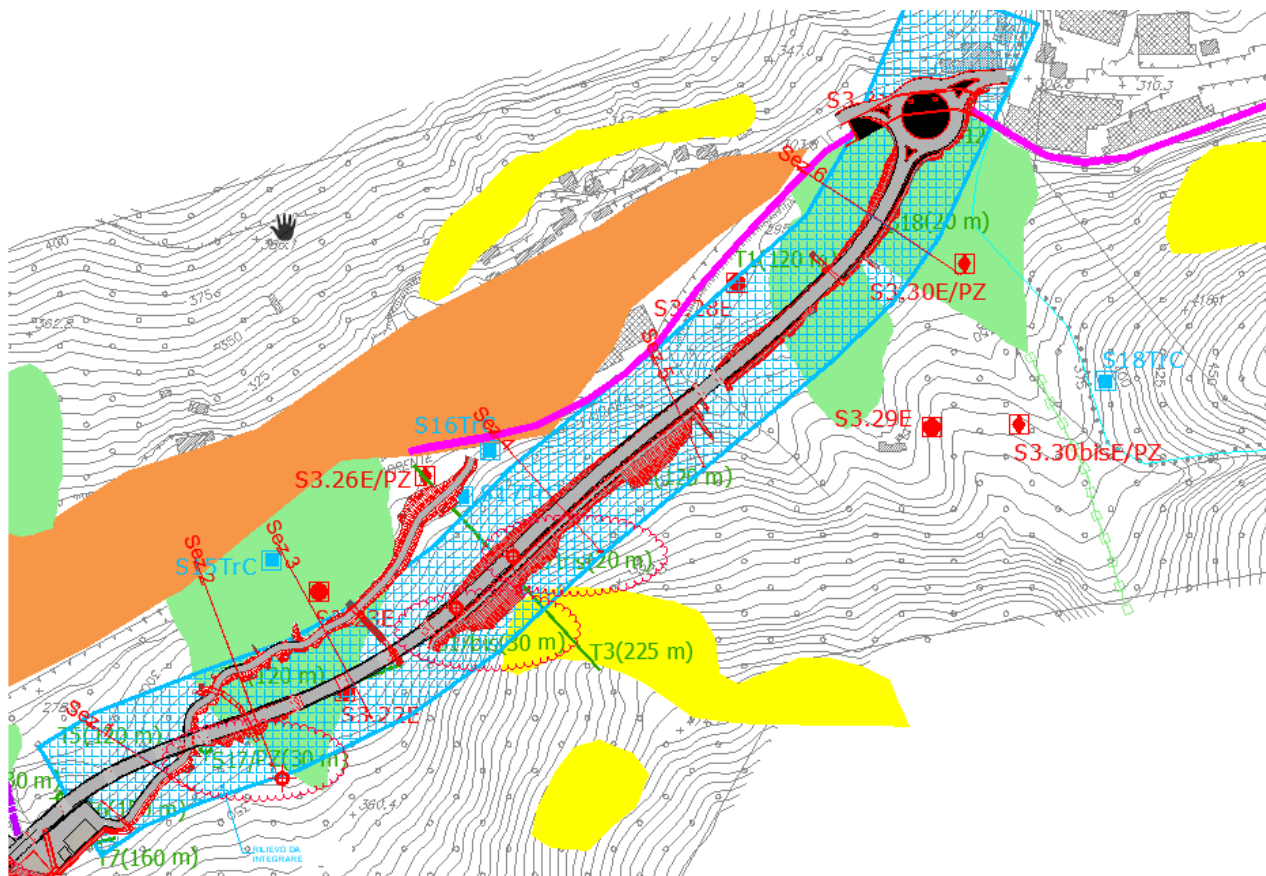


Figura 7-1: Planimetria con indicazione delle sezioni di calcolo.

Relativamente alle sezioni di calcolo, i criteri di scelta sono stati: l'acclività dei versanti, la presenza di opere maggiori e la presenza di frane individuate sulla cartografia PAI (cfr. fig. seguente). Con riferimento alla figura seguente, si precisa che le indagini riportate al di fuori del tracciato principale non sono state in realtà eseguite o non sono disponibili.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



MOVIMENTI FRANOSI	
	Attivo / Riattivato / Sospeso
	Quiescente
	Relitto
	Quiescente
	Attivo / Riattivato / Sospeso

Figura 7-2: Planimetria con indicazione dei movimenti franosi

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

7.1. METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche di stabilità eseguite in accordo ai contenuti delle N.T.C. 2018, con particolare riferimento al capitolo 6.8 e al capitolo 7.11.4.

In accordo alla normativa, il livello di sicurezza è espresso per i pendii come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento, effettiva o potenziale. si adottano parametri geotecnici di progetto (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018) per i terreni di origine antropica (riempimenti, rilevati)

Le verifiche di stabilità in condizioni statiche è stata effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II delle NTC 2018 per le azioni e i parametri geotecnici, e nella Tabella 6.8.I delle NTC 2018 per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Figura 7-3: Coefficienti parziali per le azioni

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Figura 7-4: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Figura 7-5: Coefficienti parziali per le verifiche di stabilità globale

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche SLV, queste ultime sono state eseguite secondo quanto riportato al paragrafo 7.11.4 delle NTC2018, nello specifico, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

In particolare, l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche viene eseguita mediante metodo pseudostatico, ovvero l'applicazione di un'azione statica equivalente orizzontale, F_H e verticale, F_V , proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile:

$$F_H = k_h W \quad (5.1)$$

$$F_V = k_v W \quad (5.2)$$

essendo:

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

$$k_v = \pm k_h / 2$$

dove:

β_s : coefficiente di riduzione definito in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (Tabella 7.11.I – N.T.C. 2018).

Tabella 7.1: Coefficiente di riduzione β_s

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito nel caso in esame;

g = accelerazione di gravità.

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

$$a_{\max} = S \times a_g = (S_S \times S_T) \times a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), entrambi pari a 1.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido, nel caso in esame pari a 0.183 (g).

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

nel caso in esame si ha:

$$\beta_s=0,24;$$

$$k_h=0,063$$

$$k_v(+/-)=0,031$$

La stabilità globale delle opere di sostegno e dei pendii viene valutata attraverso un approccio all'equilibrio limite mediante il metodo dei conci.

Il calcolo viene effettuato con il software Slide 6.0 di Rocscience. Il programma permette la modellazione 2D della sezione geologica del pendio, tenendo in considerazione le variazioni negli spessori delle unità geotecniche caratterizzanti il volume significativo di terreno. Ad ogni strato vengono assegnate le proprietà del terreno o della roccia; in alternativa possono essere modellati elementi infinitamente resistenti o altrimenti privi di resistenza.

E' possibile inserire nel software elementi di rinforzo, quali pali, micropali, tiranti, chiodature, a cui vengono assegnate specifiche proprietà di resistenza.

E' possibile, inoltre, inserire nel modello la linea piezometrica ed eventuali sovraccarichi, puntuali o distribuiti. E' altresì possibile tenere in considerazione l'azione sismica, che viene modellata con approccio pseudo statico mediante i già citati parametri sismici k_H e k_V .

Le verifiche di stabilità possono essere eseguite considerando superfici circolari e non circolari, assegnando nel secondo caso una particolare superficie di scorrimento.

Nel caso in esame le verifiche sono state eseguite tramite il metodo a conci di Bishop semplificato (1955) e Janbu modificato in caso statico e i metodi di Spencer (1967) e Morgenstern & Price (1965, 1967) in condizioni sismiche.

7.2. SEZIONE 1

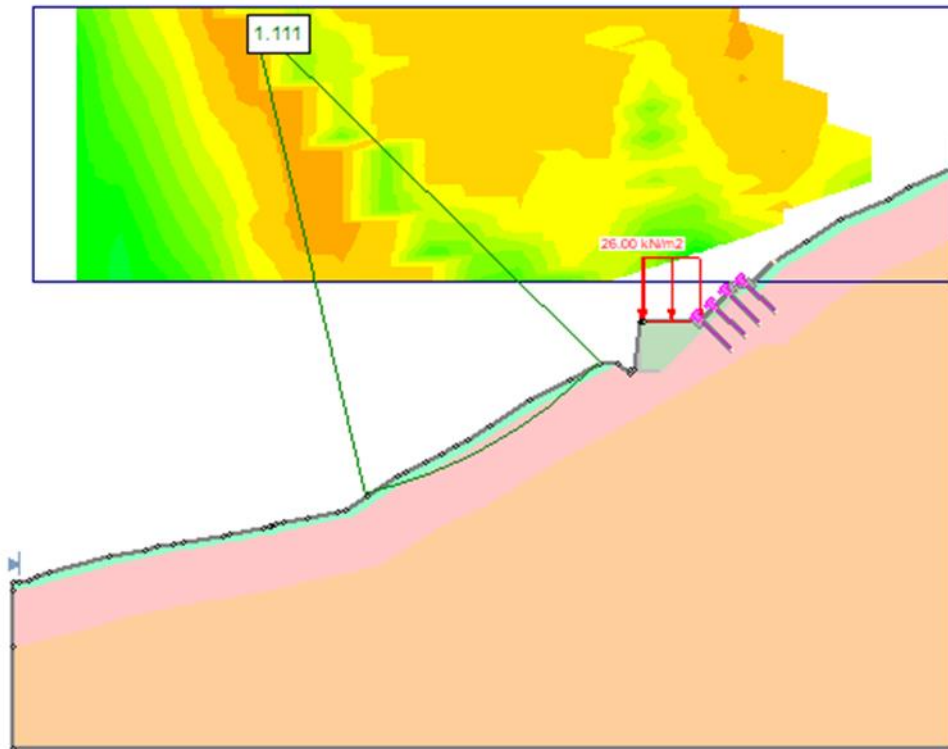
Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 1. Per quanto riguarda la stratigrafia, considerata l'acclività del versante, si è fatto riferimento al sondaggio S16; mentre per quanto riguarda la quota di reperimento del substrato, sono stati considerati i risultati della prova sismica a rifrazione "T5". Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.

Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico, per garantire il soddisfacimento dei requisiti minimi di sicurezza sono state previste l'esecuzione di opere di rinforzo corticale (chiodature passive e rete metallica) sulla scarpata di monte della viabilità di servizio.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



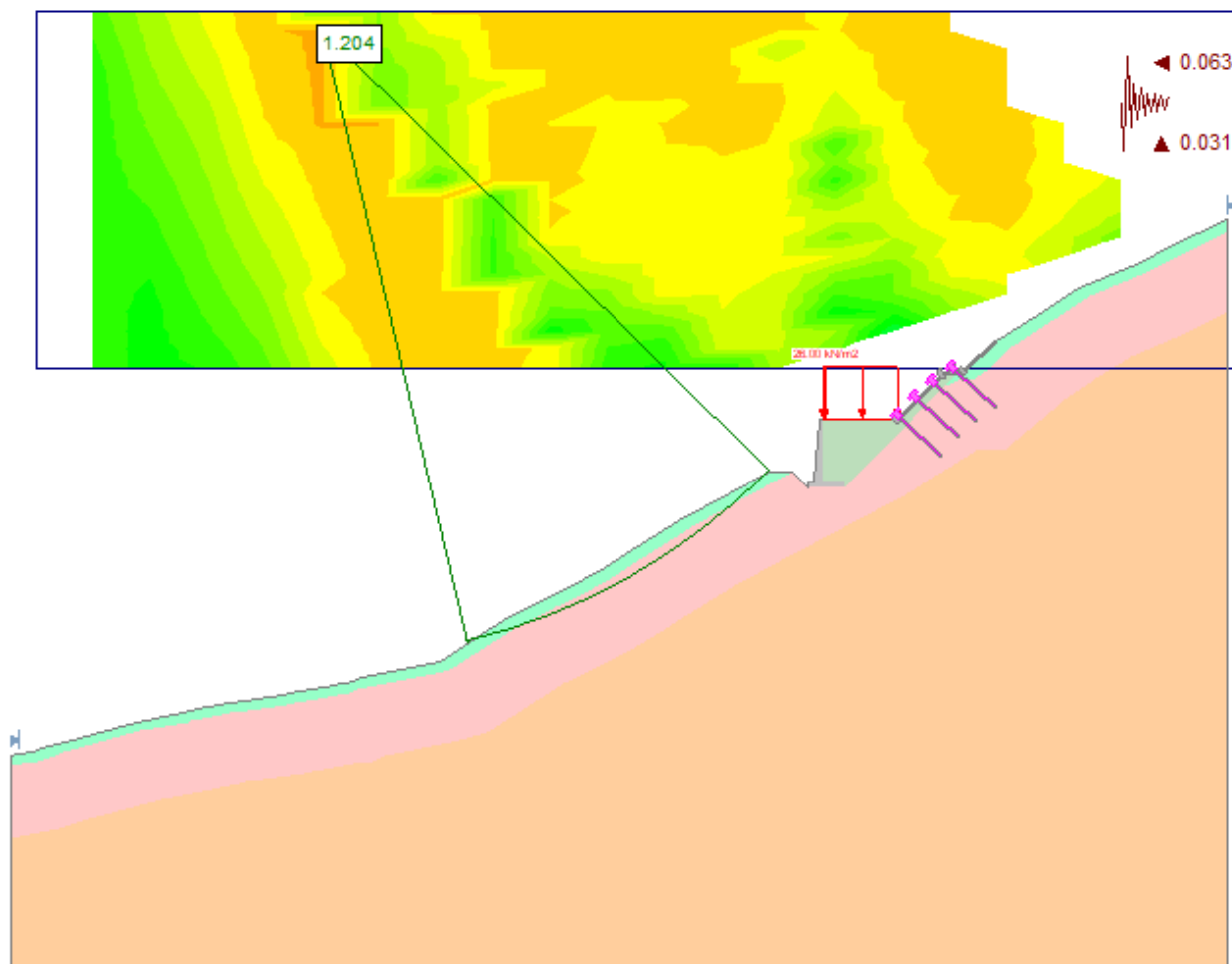
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Riempimento	■	19	Mohr-Coulomb	1.42	29.25	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Shear Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Force Orientation	Anchorage	Strip Coverage (%)	Tensile Strength (kN/m)
Support 3	■	GeoTextile	Active (Method A)					No	5	40	Bisector of Parallel and Tangent	Slope Face	100	40
Support 4	■	Soil Nail	Passive (Method B)	2	178	100	10	Yes						

Figura 7-6: Analisi di stabilità sezione 1 (condizioni statiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Riempimento	■	19	Mohr-Coulomb	2	35	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Force Orientation	Anchorage	Tensile Strength (kN/m)
Support 3	■	GeoTextile	Active (Method A)					No	5	40	Bisector of Parallel and Tangent	Slope Face	40
Support 4	■	Soil Nail	Passive (Method B)	2	178	178	10	Yes					

Figura 7-7: Analisi di stabilità sezione 1 (condizioni sismiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Entrambe le verifiche risultano soddisfatte

7.3. SEZIONE 2

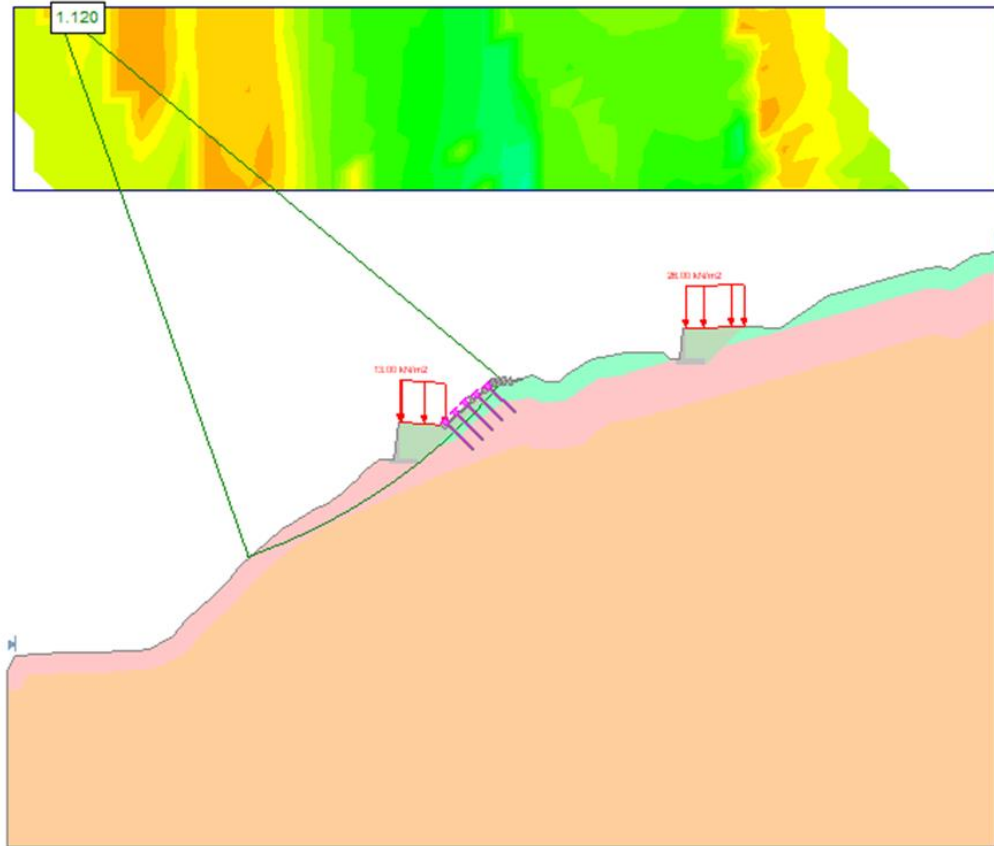
Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 2. Per quanto riguarda la stratigrafia, si è fatto riferimento al sondaggio S18, considerata l'acclività del versante si è ipotizzato inoltre, procedendo verso valle l'assenza dell'unità A; mentre per quanto riguarda la quota di reperimento del substrato, sono stati considerati i risultati della prova sismica a rifrazione "T5" ipotizzando anche in questo caso il ritrovamento dell'unità litoide a profondità via via minori verso il fondovalle data l'acclività del pendio. Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.

Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico, anche in questo caso per garantire il soddisfacimento dei requisiti minimi di sicurezza sono state previste l'esecuzione di opere di rinforzo corticale (chiodature passive e rete metallica) sulla scarpata di monte della viabilità di servizio.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



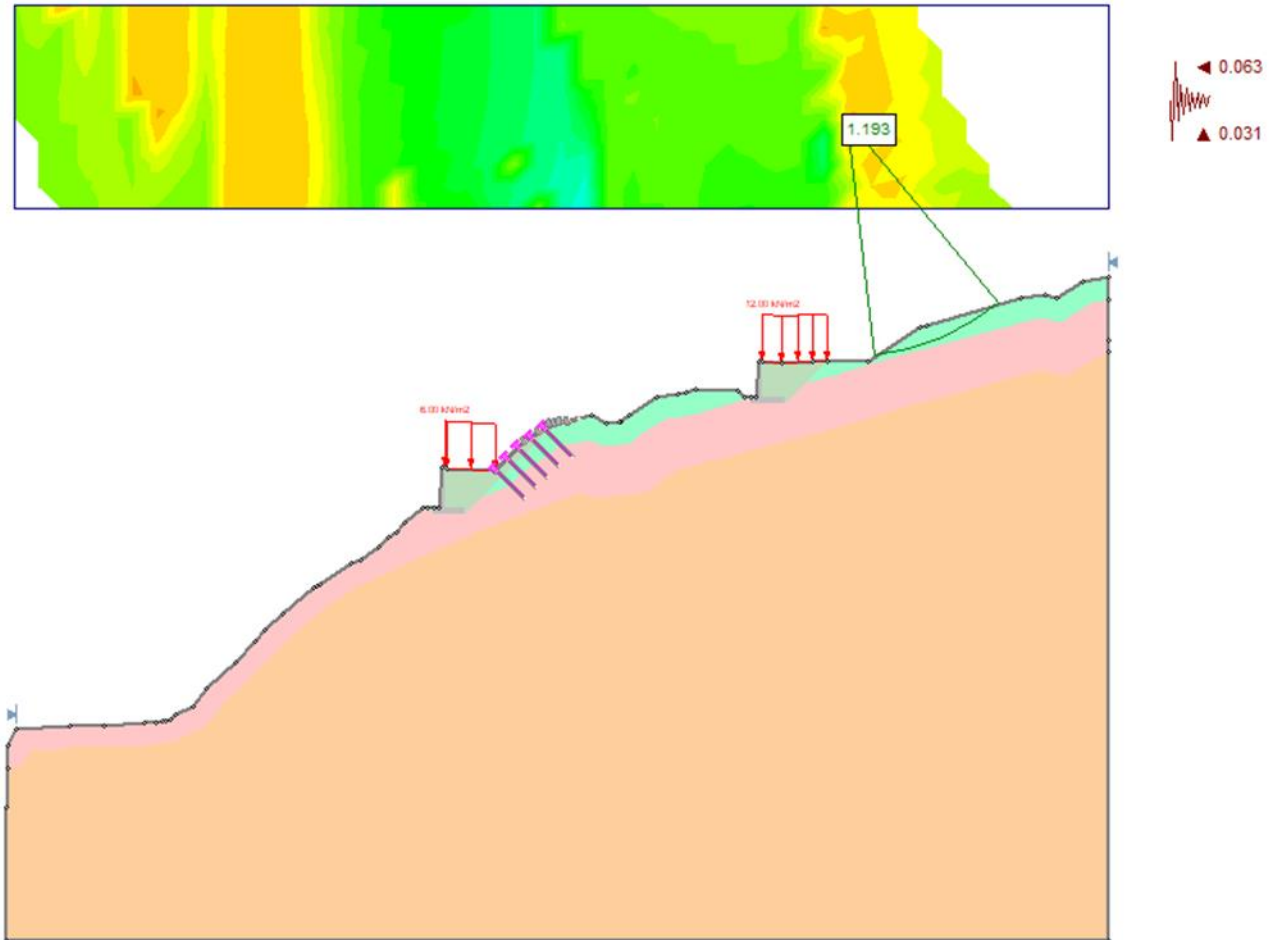
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	3.5	29.25	None	0
Riempimento	■	19	Mohr-Coulomb	1.42	29.25	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Shear Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Shear Strength Model	Force Orientation	Anchorage	Tensile Strength (kN/m)
Support 3	■	GeoTextile	Active (Method A)					No	5	40	Linear	Bisector of Parallel and Tangent	Slope Face	40
Support 4	■	Soil Nail	Passive (Method B)	2	178	100	10	Yes						

Figura 7-8: Analisi di stabilità sezione 2 (condizioni statiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	5	35	None	0
Riempimento	■	19	Mohr-Coulomb	2	35	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Shear Capacity (kN)	Bond Strength (kN/m)	Material Dependent	Adhesion [kPa]	Friction Angle (deg)	Shear Strength Model	Force Orientation	Anchorage	Tensile Strength (kN/m)
Support 3	■	GeoTextile	Active (Method A)					No	5	40	Linear	Bisector of Parallel and Tangent	Slope Face	40
Support 4	■	Soil Nail	Passive (Method B)	2	178	100	10	Yes						

Figura 7-9: Analisi di stabilità sezione 2 (condizioni sismiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

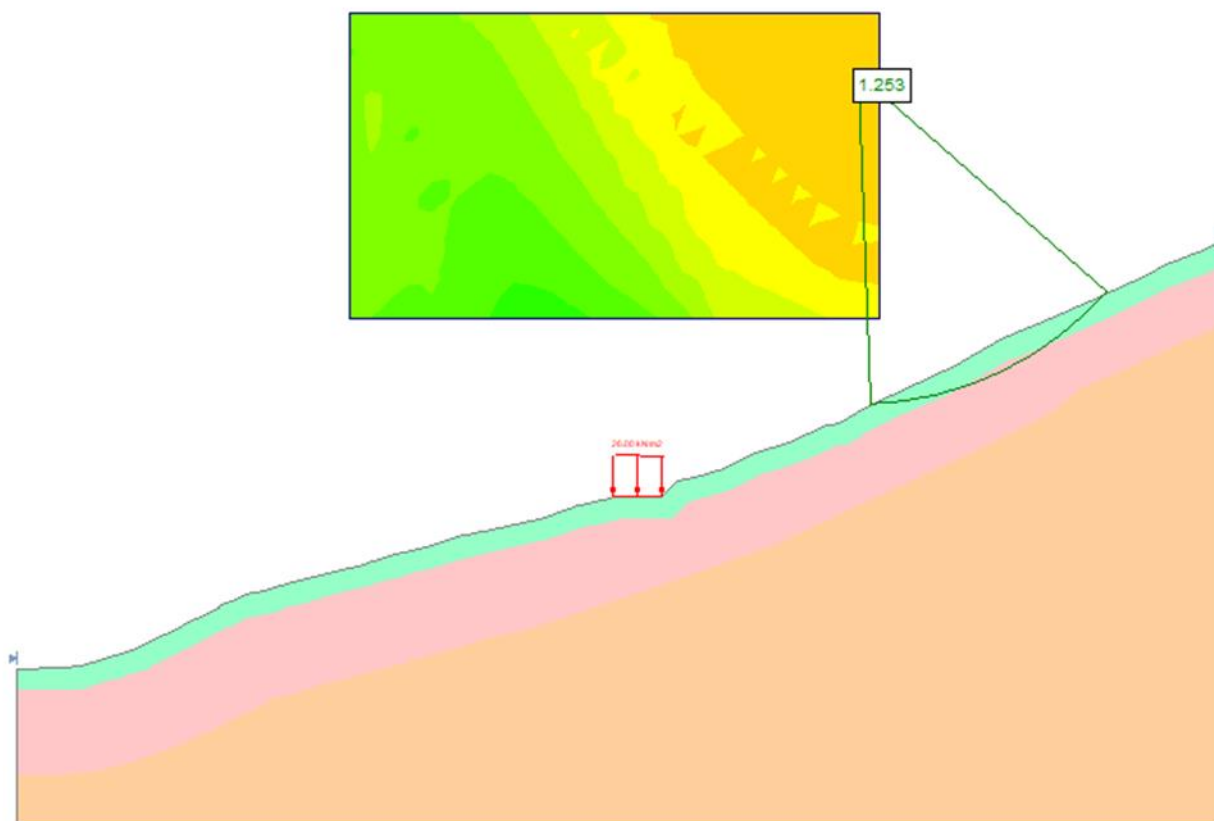
Entrambe le verifiche risultano soddisfatte.

7.4. SEZIONE 3

Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 3. Per quanto riguarda la stratigrafia, si è fatto riferimento al sondaggio S17, mentre per quanto riguarda la quota di reperimento del substrato, sono stati considerati i risultati della prova sismica a rifrazione "T4". Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.

Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).

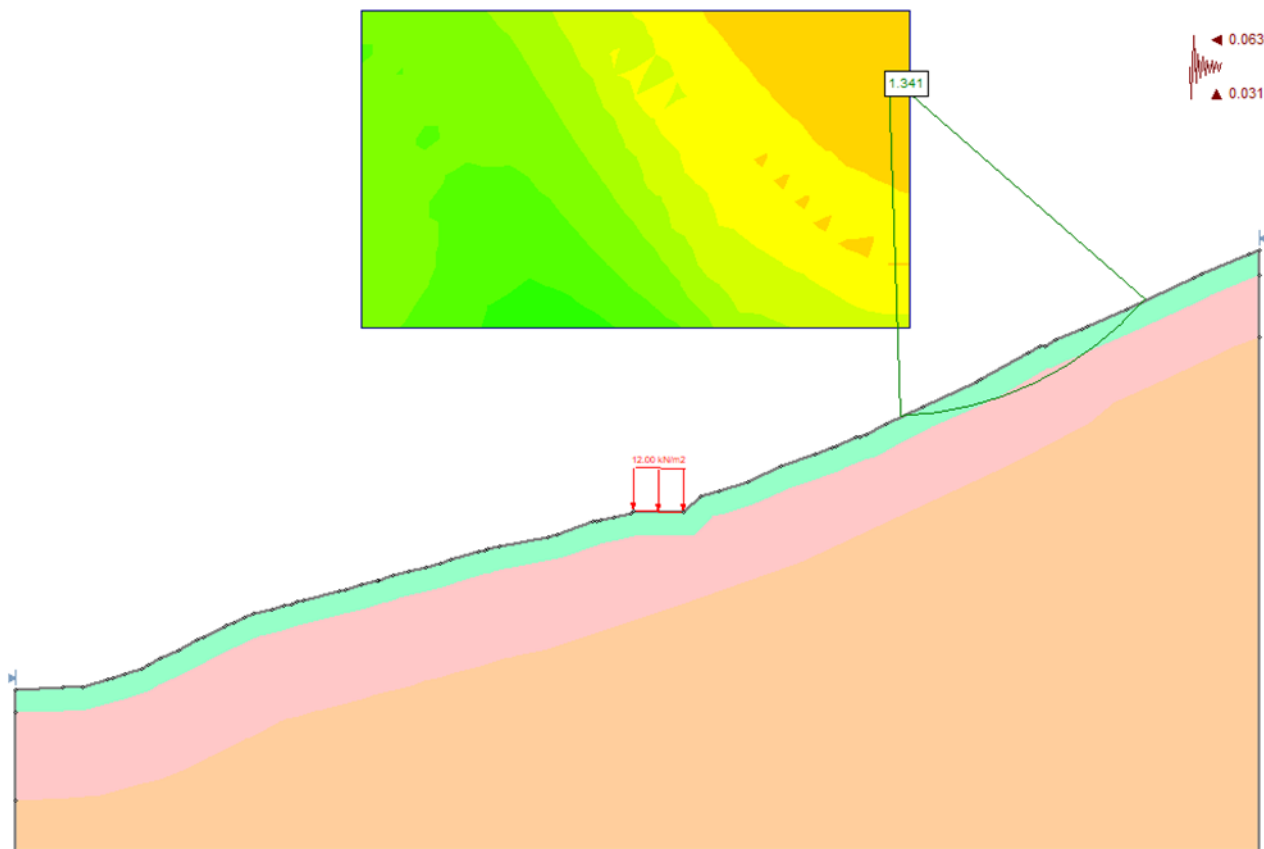


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Unità_E_Calcarei marnosi		27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali		20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali		16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0

Figura 7-10: Analisi di stabilità sezione 3 (condizioni statiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Unità_E_Calcarei marnosi		27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali		20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali		16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

Figura 7-11: Analisi di stabilità sezione 3 (condizioni sismiche)

Le verifiche in condizioni statiche e condizioni sismiche per la sezione 3 risultano soddisfatte.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

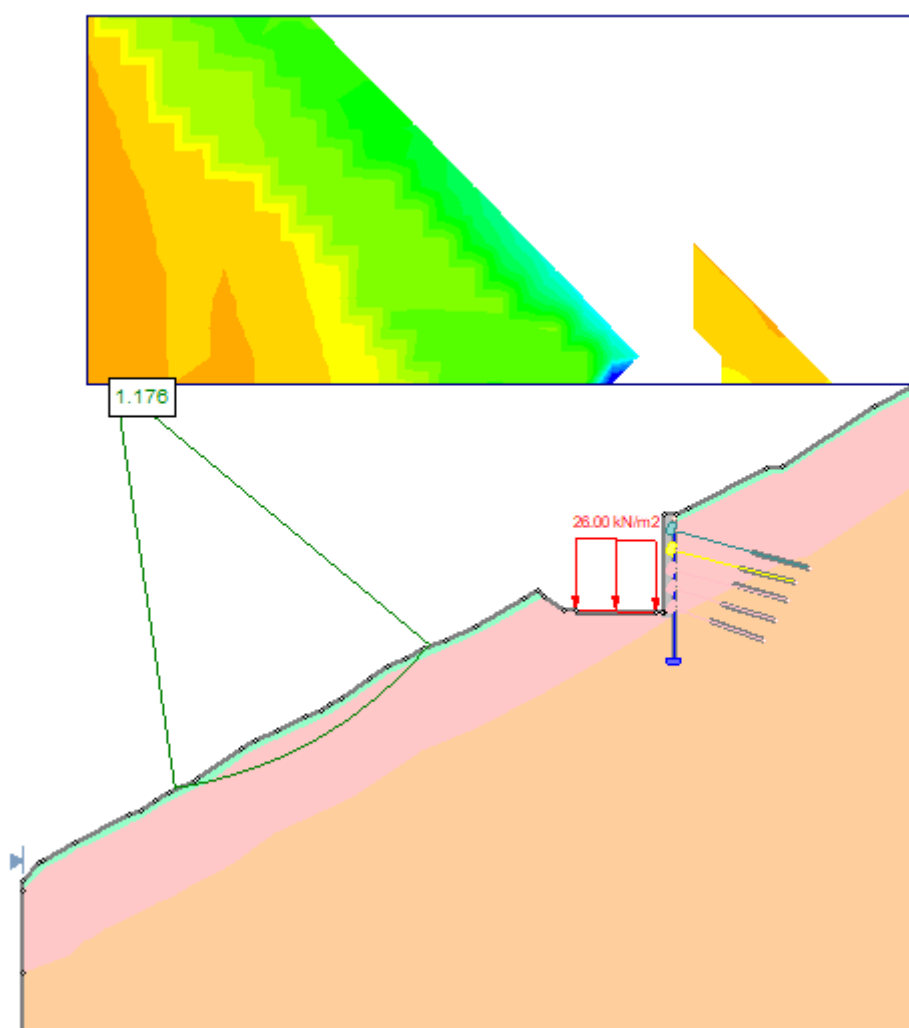
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7.5. SEZIONE 4

Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 4. Per quanto riguarda lo spessore dell'unità A, si è fatto riferimento al sondaggio S17 ter, mentre per quanto riguarda la quota di reperimento del substrato, sono stati considerati i risultati della prova sismica a rifrazione "T2". Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.

Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale		18	Mohr-Coulomb	3.5	29.25	None	0
Unità_E_Calcari marnosi		27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Calcestruzzo		25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali		20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali		16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0





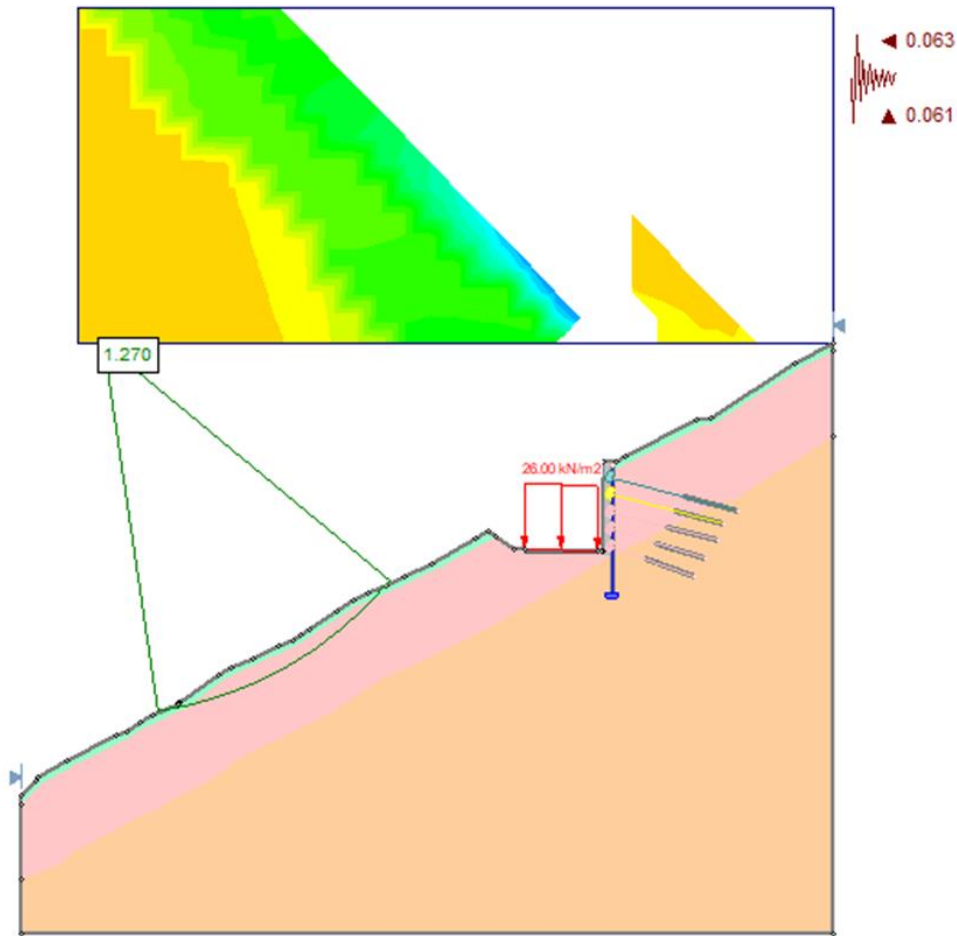
Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1		Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 7		Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	2.5	415	415	8	10	Yes	300	0	0.16		
Support 8		Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	2.5	415	415	7.5	10	Yes	300	0	0.16		
Support 9		Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	550	7.5	10	Yes	300	0	0.18		

Figura 7-12: Analisi di stabilità sezione 4 (condizioni statiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	5	35	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing(m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1	■	Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 7	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	2.5	415	415	8	10	Yes	300	0	0.16		
Support 8	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	2.5	415	415	7.5	10	Yes	300	0	0.16		
Support 9	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	550	7.5	10	Yes	300	0	0.18		

Figura 7-13: Analisi di stabilità sezione 4 (condizioni sismiche)

Entrambe le verifiche risultano soddisfatte.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

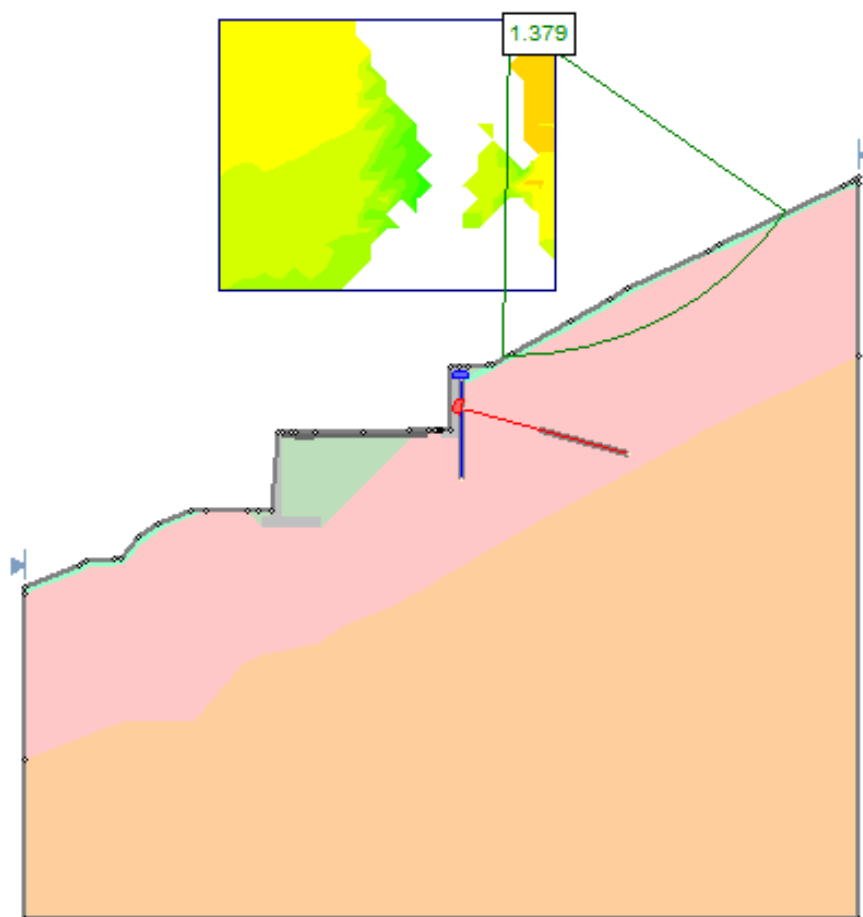
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7.6. SEZIONE 5

Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 5. Gli spessori degli strati terrigeni sono stati assunti in accordo con il profilo geotecnico, mentre per quanto riguarda la quota di reperimento del substrato, sono stati considerati i risultati della prova sismica a rifrazione "T2". Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.







Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).



**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale		18	Mohr-Coulomb	3.5	29.25	None	0
Riempimento		19	Mohr-Coulomb	1.42	29.25	None	0
Unità_E_Calcari marnosi		27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Calcestruzzo		25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali		20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali		16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0



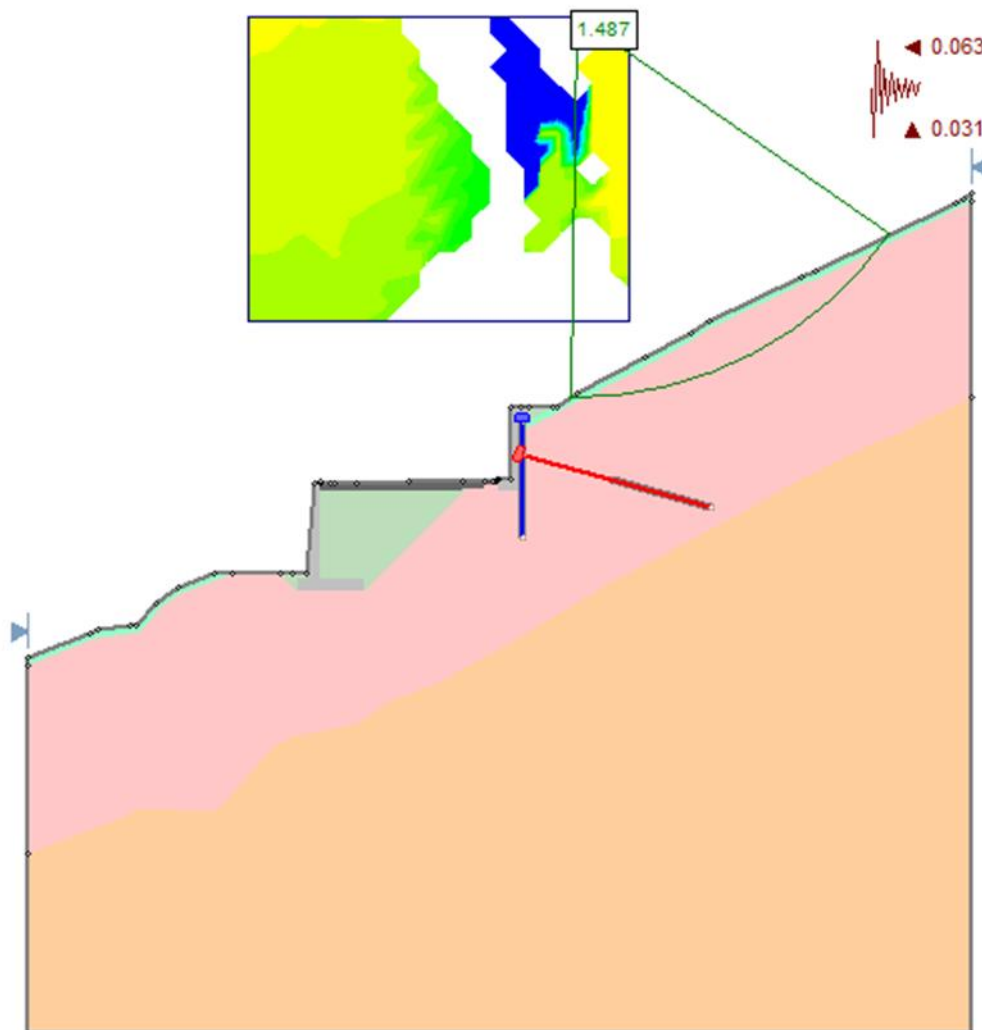
Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Shear Strength Model	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1		Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 5		Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	7.5	10	Yes	300	0	Linear	0.18		

Figura 7-14: Analisi di stabilità sezione 5 (condizioni sismiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	5	35	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)	Shear Strength Model	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1	■	Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 5	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	7.5	10	Yes	300	0	Linear	0.18		

Figura 7-15: Analisi di stabilità sezione 5 (condizioni sismiche)

Entrambe le verifiche risultano soddisfatte.

7.7. SEZIONE 6

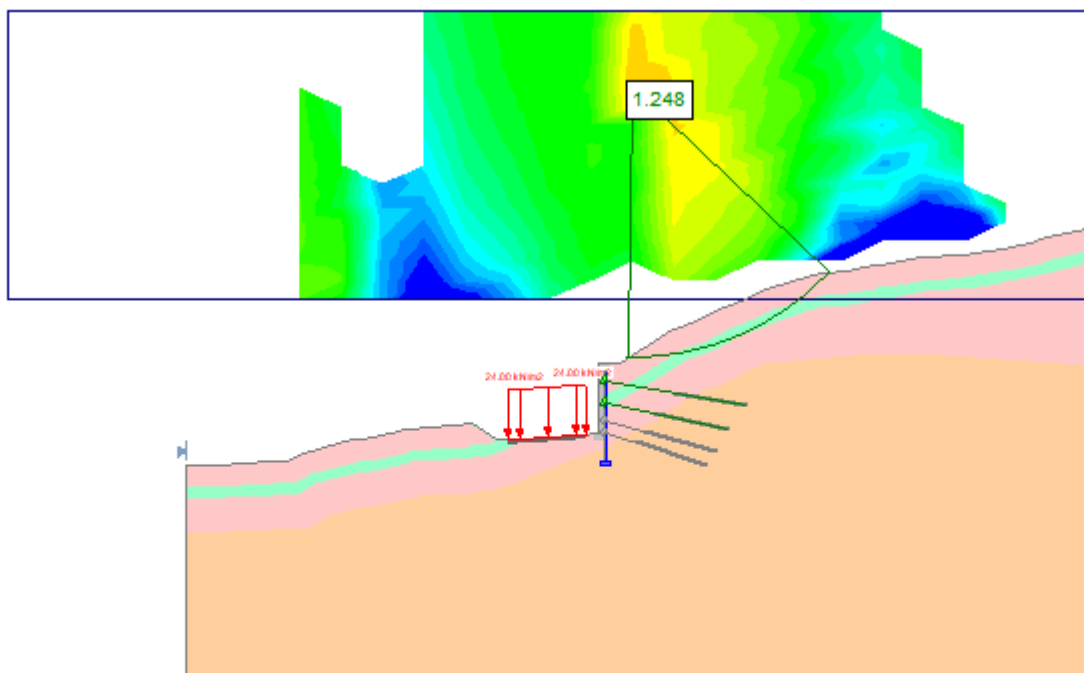
Si riportano nel seguito le analisi di stabilità svolte per la sezione 6. Per quanto riguarda la stratigrafia e la quota di individuazione del substrato, si è fatto riferimento al sondaggio S18, Coerentemente con quanto rilevato nella campagna geognostica 2019 la falda non è stata considerata.

Le analisi sono state svolte sia in caso statico che in caso sismico.

Considerata l'estensione della sezione, che coinvolge una parte significativa del pendio non interessato da opere, l'analisi dovrebbe essere svolta con i criteri di pendii naturali (§ 6.8), ad eccezione dei tratti interessati dalle opere di progetto. Cautelativamente si è adottata per tutte le unità geotecniche della sezione l'approccio dei fronti di scavo e rilevati (parametri ridotti in accordo ai coefficienti γ_{M2} delle N.T.C. 2018).

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



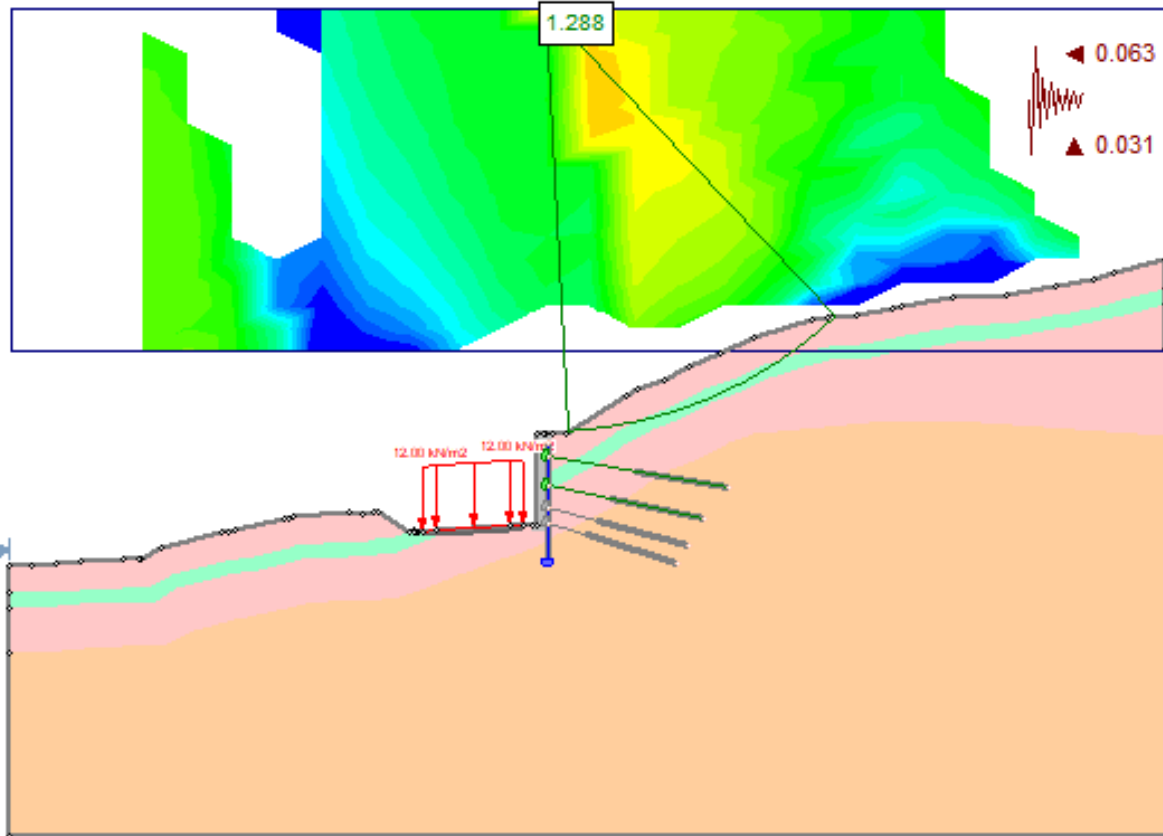
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	3.5	29.25	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	85.71	36.72	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	32	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	23.91	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Plate Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Shear Strength Model	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1	■	Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 2	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	415	415	10	10	Yes	300	Linear	0.16		
Support 3	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	550	10	10	Yes	300	Linear	0.18		

Figura 7-16: Analisi di stabilità sezione 6 (condizioni statiche)

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pacchetto stradale	■	18	Mohr-Coulomb	5	35	None	0
Unità_E_Calcarei marnosi	■	27	Mohr-Coulomb	120	43	None	0
Calcestruzzo	■	25	Infinite strength			None	0
Unità_B_Ghiaie e sabbie alluvionali	■	20	Mohr-Coulomb	0	38	None	0
Unità_A_limi argillosi superficiali	■	16	Mohr-Coulomb	0	29	None	0

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Compression Capacity (kN)	Bond Length (m)	Percent of Length (%)	Material Dependent	Adhesion (kPa)	Shear Strength Model	Grout Diameter (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Support 1	■	Micro Pile	Active (Method A)	0.5									884	Parallel to surface
Support 2	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	415	0	10	10	Yes	300	Linear	0.16		
Support 3	■	Grouted Tieback (with friction)	Active (Method A)	3	550	0	10	10	Yes	300	Linear	0.18		

Figura 7-17: Analisi di stabilità sezione 6 (condizioni statiche)

Entrambe le verifiche risultano soddisfatte.

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

APPENDICE A: TABULATI DI CALCOLO SOFTWARE SLIDE

SEZIONE 1 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez1.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 2.5






Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Riempimento	Unit \uparrow _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali
Color					
Strength Type	Mohr- Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Unit Weight [kN/m ³]	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	1.42	85.71		0	0
Friction Angle [deg]	29.25	36.72		32	23.91
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 3

- Support Type: GeoTextile
- Force Application: Active
- Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
- Anchorage: Slope Face
- Shear Strength Model: Linear
- Strip Coverage: 100 percent
- Tensile Strength: 40 kN/m
- Pullout Strength Adhesion: 5 kPa
- Pullout Strength Friction Angle: 40 degrees

Support 4

- Support Type: Soil Nail
- Force Application: Passive
- Out-of-Plane Spacing: 2 m
- Tensile Capacity: 178 kN
- Plate Capacity: 178 kN
- Default Bond Strength: 10 kN/m
- and Material Dependent
- Shear Capacity: 100 kN

Bond Strength Dependency:

Material Bond Strength (kN/m)

Global Minimums

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Method: bishop simplified

- FS: 1.110900
- Center: 199789.907, 61587.130
- Radius: 56.139
- Left Slip Surface Endpoint: 199802.894, 61532.514
- Right Slip Surface Endpoint: 199829.938, 61547.771
- Resisting Moment=25700.9 kN-m
- Driving Moment=23135.2 kN-m
- Total Slice Area=48.4243 m2

Method: spencer

- FS: 1.107330
- Center: 199789.907, 61587.130
- Radius: 56.139
- Left Slip Surface Endpoint: 199802.894, 61532.514
- Right Slip Surface Endpoint: 199829.938, 61547.771
- Resisting Moment=25618.3 kN-m
- Driving Moment=23135.2 kN-m
- Resisting Horizontal Force=397.613 kN
- Driving Horizontal Force=359.075 kN
- Total Slice Area=48.4243 m2

Slice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1109**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.21247	4.45708	Unit1_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.33424	1.48221	3.34321	0	3.34321
2	1.21247	13.0907	Unit1_limi argillosi superficiali	0	23.91	3.88511	4.31597	9.73495	0	9.73495
3	1.21247	21.1587	Unit1_limi argillosi superficiali	0	23.91	6.22498	6.91533	15.5979	0	15.5979
4	1.0412	23.988	Unit1_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	10.9793	12.1969	19.5192	0	19.5192

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

5	1.0412	28.132 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.744 5	14.1579	22.657 3	0	22.6573
6	1.0412	31.300 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.033 5	15.5898	24.949	0	24.949
7	1.0412	33.700 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.951 5	16.6096	26.580 9	0	26.5809
8	1.0412	35.121 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.417 3	17.1271	27.409 1	0	27.4091
9	1.0412	36.964 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.052 3	17.8325	28.537 9	0	28.5379
10	1.0412	39.305 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.883 1	18.7554	30.014 9	0	30.0149
11	1.0412	41.837 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.771 6	19.7425	31.594 7	0	31.5947
12	1.0412	44.371 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.635 6	20.7023	33.130 6	0	33.1306
13	1.0412	46.574 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.335 5	21.4798	34.374 9	0	34.3749
14	1.0412	48.233 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.788 7	21.9833	35.180 7	0	35.1807
15	1.0412	49.284 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.976 1	22.1915	35.513 8	0	35.5138
16	1.0412	49.703 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.896 8	22.1034	35.372 9	0	35.3729
17	1.0412	49.465 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.549 7	21.7178	34.755 8	0	34.7558
18	1.0412	48.436 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.892	20.9871	33.586 4	0	33.5864
19	1.0412	45.547	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.524 5	19.468	31.155 3	0	31.1553

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

20	1.0412	41.330 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.678 9	17.4177	27.874 2	0	27.8742
21	1.0412	36.230 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	13.544 2	15.0462	24.078 9	0	24.0789
22	1.0412	30.295 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	11.153 5	12.3904	19.828 8	0	19.8288
23	1.0412	23.520 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	8.5218 6	9.46693	15.150 3	0	15.1503
24	1.2910 7	19.634 6	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	4.4348	4.92662	11.112 3	0	11.1123
25	1.2910 7	8.4027 9	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.8648 8	2.0717	4.6728 6	0	4.67286

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.10733

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.2124 7	4.4570 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.4316 1	1.58527	3.5756 7	0	3.57567
2	1.2124 7	13.090 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	4.1211 3	4.56345	10.293 2	0	10.2932
3	1.2124 7	21.158	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	6.5284	7.22909	16.305 7	0	16.3057
4	1.0412	23.988	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.203	13.5128	21.625 1	0	21.6251
5	1.0412	28.132 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.017 1	15.5215	24.839 6	0	24.8396
6	1.0412	31.300 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.274 6	16.914	27.068	0	27.068
7	1.0412	33.700 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.105 8	17.8344	28.541	0	28.541

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

8	1.0412	35.121 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.437	18.2012	29.128	0	29.128
9	1.0412	36.964 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.938 9	18.7569	30.017 4	0	30.0174
10	1.0412	39.305 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.633 8	19.5264	31.248 8	0	31.2488
11	1.0412	41.837 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.372 8	20.3448	32.558 5	0	32.5585
12	1.0412	44.371 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.070 1	21.1169	33.794 1	0	33.7941
13	1.0412	46.574 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.585	21.6871	34.706 6	0	34.7066
14	1.0412	48.233 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.840 1	21.9695	35.158 5	0	35.1585
15	1.0412	49.284 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.823 6	21.9513	35.129 5	0	35.1295
16	1.0412	49.703 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.543	21.6405	34.632	0	34.632
17	1.0412	49.465 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.004 7	21.0445	33.678 3	0	33.6783
18	1.0412	48.436 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.175 7	20.1265	32.209 1	0	32.2091
19	1.0412	45.547	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.684 9	18.4757	29.567 3	0	29.5673
20	1.0412	41.330 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.771 5	16.3569	26.176 5	0	26.1765
21	1.0412	36.230 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.625 5	13.9806	22.373 6	0	22.3736
22	1.0412	30.295 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	10.286 2	11.3902	18.228	0	18.228

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

23	1.0412	23.520 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	7.7744 6	8.60889	13.777 1	0	13.7771
24	1.2910 7	19.634 6	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	3.7784 4	4.18398	9.4372 2	0	9.43722
25	1.2910 7	8.4027 9	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.5692 1	1.73763	3.9193 5	0	3.91935

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.1109**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199803	61532.5	0	0	0
2	199804	61532.8	0.605199	0	0
3	199805	61533.1	2.08591	0	0
4	199807	61533.5	3.99891	0	0
5	199808	61533.8	8.90602	0	0
6	199809	61534.2	14.0904	0	0
7	199810	61534.6	19.2242	0	0
8	199811	61535	24.0679	0	0
9	199812	61535.4	28.4021	0	0
10	199813	61535.9	32.2099	0	0
11	199814	61536.3	35.4536	0	0
12	199815	61536.8	38.0441	0	0
13	199816	61537.4	39.8701	0	0
14	199817	61537.9	40.8111	0	0
15	199818	61538.5	40.7646	0	0
16	199819	61539.1	39.6612	0	0
17	199820	61539.8	37.4688	0	0
18	199821	61540.5	34.1955	0	0
19	199822	61541.2	29.9031	0	0
20	199823	61541.9	24.8241	0	0
21	199824	61542.7	19.2488	0	0
22	199825	61543.5	13.4936	0	0
23	199826	61544.4	7.93632	0	0
24	199827	61545.3	3.02643	0	0
25	199829	61546.5	-4.50749	0	0
26	199830	61547.8	0	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.10733**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199803	61532.5	0	0	0
2	199804	61532.8	0.652631	0.311891	25.543
3	199805	61533.1	2.23364	1.06745	25.543
4	199807	61533.5	4.25783	2.03481	25.5431
5	199808	61533.8	9.73354	4.65164	25.543
6	199809	61534.2	15.4622	7.38937	25.5431
7	199810	61534.6	21.0811	10.0746	25.543
8	199811	61535	26.3337	12.5848	25.543
9	199812	61535.4	30.9924	14.8112	25.543
10	199813	61535.9	35.052	16.7513	25.5431
11	199814	61536.3	38.4856	18.3922	25.5431
12	199815	61536.8	41.214	19.6961	25.5431
13	199816	61537.4	43.1378	20.6155	25.5431
14	199817	61537.9	44.1508	21.0996	25.5431
15	199818	61538.5	44.168	21.1078	25.543
16	199819	61539.1	43.1401	20.6166	25.5431
17	199820	61539.8	41.0563	19.6207	25.543
18	199821	61540.5	37.9455	18.1341	25.5431
19	199822	61541.2	33.8874	16.1947	25.543
20	199823	61541.9	29.1209	13.9168	25.543
21	199824	61542.7	23.9326	11.4373	25.543
22	199825	61543.5	18.6255	8.9011	25.5431
23	199826	61544.4	13.5498	6.47544	25.5431
24	199827	61545.3	9.10989	4.3536	25.5431
25	199829	61546.5	2.72667	1.30307	25.543
26	199830	61547.8	0	0	0

SEZIONE 1 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez1seism.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check $m_{\alpha} < 0.2$: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 2.5

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.031
- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1






- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Riempimento	Unit \uparrow _Calcarei marnosi	Calcestruzzo	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali
----------	-------------	--------------------------------------	--------------	---	---

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	2	120		0	0
Friction Angle [deg]	35	43		38	29
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 3

- Support Type: GeoTextile
- Force Application: Active
- Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
- Anchorage: Slope Face
- Shear Strength Model: Linear
- Strip Coverage: 100 percent
- Tensile Strength: 40 kN/m
- Pullout Strength Adhesion: 5 kPa
- Pullout Strength Friction Angle: 40 degrees

Support 4

- Support Type: Soil Nail
- Force Application: Passive
- Out-of-Plane Spacing: 2 m
- Tensile Capacity: 178 kN
- Plate Capacity: 178 kN
- Default Bond Strength: 10 kN/m
- and Material Dependent
- Shear Capacity: 100 kN

Bond Strength Dependency:

Material	Bond Strength (kN/m)
----------	----------------------

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.203960
- Center: 199789.907, 61587.130
- Radius: 56.139
- Left Slip Surface Endpoint: 199802.894, 61532.514
- Right Slip Surface Endpoint: 199829.938, 61547.771
- Resisting Moment=30059.3 kN-m
- Driving Moment=24967 kN-m
- Total Slice Area=48.4243 m2

Method: spencer

- FS: 1.203540
- Center: 199789.907, 61587.130
- Radius: 56.139
- Left Slip Surface Endpoint: 199802.894, 61532.514
- Right Slip Surface Endpoint: 199829.938, 61547.771
- Resisting Moment=30048.6 kN-m
- Driving Moment=24967 kN-m
- Resisting Horizontal Force=466.53 kN
- Driving Horizontal Force=387.632 kN
- Total Slice Area=48.4243 m2

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.20396

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.21247	4.45708	Unit1_limi argillosi superficiali	0	29	1.47129	1.77137	3.19563	0	3.19563
2	1.21247	13.0907	Unit1_limi argillosi superficiali	0	29	4.27917	5.15195	9.29437	0	9.29437
3	1.21247	21.1587	Unit1_limi argillosi superficiali	0	29	6.84836	8.24515	14.8747	0	14.8747

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

4	1.0412	23.988	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	11.995 5	14.4421	18.485 1	0	18.4851
5	1.0412	28.132 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.906 2	16.7425	21.429 4	0	21.4294
6	1.0412	31.300 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	15.293	18.4122	23.566 6	0	23.5666
7	1.0412	33.700 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.272 6	19.5915	25.076	0	25.076
8	1.0412	35.121 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.758	20.176	25.824 1	0	25.8241
9	1.0412	36.964 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	17.425 8	20.98	26.853 2	0	26.8532
10	1.0412	39.305 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.304 1	22.0374	28.206 5	0	28.2065
11	1.0412	41.837 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.242 5	23.1672	29.652 6	0	29.6526
12	1.0412	44.371 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.151 7	24.2618	31.053 7	0	31.0537
13	1.0412	46.574 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.881	25.1399	32.177 6	0	32.1776
14	1.0412	48.233 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.342 2	25.6951	32.888 2	0	32.8882
15	1.0412	49.284 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.515 4	25.9037	33.155 2	0	33.1552
16	1.0412	49.703 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.401	25.7659	32.978 8	0	32.9788
17	1.0412	49.465 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.998 7	25.2816	32.359	0	32.359
18	1.0412	48.436 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.263 8	24.3968	31.226 5	0	31.2265

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

19	1.0412	45.547	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.770 3	22.5987	28.925	0	28.925
20	1.0412	41.330 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.769 2	20.1894	25.841 2	0	25.8412
21	1.0412	36.230 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	14.464 4	17.4145	22.289 6	0	22.2896
22	1.0412	30.295 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	11.893 2	14.3189	18.327 4	0	18.3274
23	1.0412	23.520 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	9.0728 1	10.9233	13.981 2	0	13.9812
24	1.2910 7	19.634 6	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	4.7627 7	5.73419	10.344 7	0	10.3447
25	1.2910 7	8.4027 9	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.9990 9	2.40683	4.3420 4	0	4.34204

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.20354**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.2124 7	4.4570 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.6009 4	1.92679	3.4760 3	0	3.47603
2	1.2124 7	13.090 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	4.5825 8	5.51532	9.9499 1	0	9.94991
3	1.2124 7	21.158	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	7.2190 4	8.6884	15.674 3	0	15.6743
4	1.0412	23.988	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.835 8	16.6519	21.313 5	0	21.3135
5	1.0412	28.132 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	15.803	19.0195	24.343 8	0	24.3438
6	1.0412	31.300 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	17.124 9	20.6105	26.380 2	0	26.3802

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7	1.0412	33.700 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	17.957 4	21.6124	27.662 7	0	27.6627
8	1.0412	35.121 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.226 9	21.9368	28.077 8	0	28.0778
9	1.0412	36.964 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.682 1	22.4847	28.779 1	0	28.7791
10	1.0412	39.305 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.344 7	23.2821	29.799 6	0	29.7996
11	1.0412	41.837 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.048 8	24.1295	30.884 3	0	30.8843
12	1.0412	44.371 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.700 4	24.9137	31.888	0	31.888
13	1.0412	46.574 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.148 6	25.4532	32.578 6	0	32.5786
14	1.0412	48.233 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.313 3	25.6514	32.832 3	0	32.8323
15	1.0412	49.284 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.186 5	25.4988	32.637	0	32.637
16	1.0412	49.703 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.780 2	25.0098	32.011 1	0	32.0111
17	1.0412	49.465 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.105 8	24.1981	30.972 1	0	30.9721
18	1.0412	48.436 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.132 1	23.0263	29.472 3	0	29.4723
19	1.0412	45.547	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	17.475 4	21.0323	26.92	0	26.92
20	1.0412	41.330 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	15.394 7	18.5281	23.714 9	0	23.7149
21	1.0412	36.230 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.093 5	15.7586	20.17	0	20.17

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

22	1.0412	30.295 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	10.615 4	12.7761	16.352 7	0	16.3527
23	1.0412	23.520 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	7.9845 5	9.60972	12.299 9	0	12.2999
24	1.2910 7	19.634 6	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	3.8263	4.6051	8.3078 3	0	8.30783
25	1.2910 7	8.4027 9	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.6039 4	1.9304	3.4825 3	0	3.48253

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.20396

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199803	61532.5	0	0	0
2	199804	61532.8	0.532393	0	0
3	199805	61533.1	1.804	0	0
4	199807	61533.5	3.38781	0	0
5	199808	61533.8	8.16731	0	0
6	199809	61534.2	13.2038	0	0
7	199810	61534.6	18.1766	0	0
8	199811	61535	22.8526	0	0
9	199812	61535.4	27.0196	0	0
10	199813	61535.9	30.6615	0	0
11	199814	61536.3	33.7415	0	0
12	199815	61536.8	36.1735	0	0
13	199816	61537.4	37.8508	0	0
14	199817	61537.9	38.6585	0	0
15	199818	61538.5	38.5006	0	0
16	199819	61539.1	37.3135	0	0
17	199820	61539.8	35.0704	0	0
18	199821	61540.5	31.7837	0	0
19	199822	61541.2	27.5179	0	0
20	199823	61541.9	22.5049	0	0
21	199824	61542.7	17.0301	0	0
22	199825	61543.5	11.4019	0	0
23	199826	61544.4	5.98633	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

24	199827	61545.3	1.21666	0	0
25	199829	61546.5	-6.22483	0	0
26	199830	61547.8	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.20354**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199803	61532.5	0	0	0
2	199804	61532.8	0.605245	0.380241	32.1388
3	199805	61533.1	2.029	1.27471	32.1389
4	199807	61533.5	3.77638	2.37249	32.1389
5	199808	61533.8	9.52956	5.98688	32.1388
6	199809	61534.2	15.5047	9.74075	32.1389
7	199810	61534.6	21.3205	13.3944	32.1387
8	199811	61535	26.7123	16.7818	32.1388
9	199812	61535.4	31.4507	19.7587	32.1388
10	199813	61535.9	35.5358	22.3252	32.1389
11	199814	61536.3	38.9452	24.4671	32.1389
12	199815	61536.8	41.6039	26.1374	32.1388
13	199816	61537.4	43.418	27.2771	32.1388
14	199817	61537.9	44.2894	27.8245	32.1388
15	199818	61538.5	44.1437	27.733	32.1388
16	199819	61539.1	42.9437	26.9791	32.1388
17	199820	61539.8	40.6913	25.564	32.1388
18	199821	61540.5	37.4281	23.514	32.1389
19	199822	61541.2	33.2458	20.8865	32.1389
20	199823	61541.9	28.3955	17.8393	32.1388
21	199824	61542.7	23.1693	14.556	32.1389
22	199825	61543.5	17.8699	11.2266	32.1387
23	199826	61544.4	12.8407	8.06708	32.1388
24	199827	61545.3	8.47283	5.323	32.1388
25	199829	61546.5	2.25686	1.41786	32.1389

SEZIONE 2 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez2chiodaturestat.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check $m\alpha < 0.2$: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 2.5

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 13
- Orientation: Vertical







Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Vertical

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Riempimento	Unit \pm _Calcarei marnosi	Calcestruzzo	Unit \pm _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \pm _limi argillosi superficiali
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	3.5	1.42	85.71		0	0
Friction Angle [deg]	29.25	29.25	36.72		32	23.91
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 3

- Support Type: GeoTextile
- Force Application: Active
- Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
- Anchorage: Slope Face
- Shear Strength Model: Linear
- Strip Coverage: 100 percent
- Tensile Strength: 40 kN/m
- Pullout Strength Adhesion: 5 kPa
- Pullout Strength Friction Angle: 40 degrees

Support 4

- Support Type: Soil Nail
- Force Application: Passive
- Out-of-Plane Spacing: 2 m
- Tensile Capacity: 178 kN
- Plate Capacity: 178 kN
- Default Bond Strength: 10 kN/m

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- and Material Dependent
- Shear Capacity: 100 kN

Bond Strength Dependency:

Material	Bond Strength (kN/m)
----------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.119760
- Center: 199753.919, 61615.152
- Radius: 80.079
- Left Slip Surface Endpoint: 199780.471, 61539.603
- Right Slip Surface Endpoint: 199815.364, 61563.799
- Resisting Moment=112465 kN-m
- Driving Moment=100437 kN-m
- Total Slice Area=109.669 m2

Method: spencer

- FS: 1.115040
- Center: 199753.919, 61615.152
- Radius: 80.079
- Left Slip Surface Endpoint: 199780.471, 61539.603
- Right Slip Surface Endpoint: 199815.364, 61563.799
- Resisting Moment=111991 kN-m
- Driving Moment=100437 kN-m
- Resisting Horizontal Force=1184.36 kN
- Driving Horizontal Force=1062.17 kN
- Total Slice Area=109.669 m2

Slice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11976**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
--------------	-----------	-------------	---------------	---------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------------

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

1	1.3926 1	10.423 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	3.4755 7	3.8918	6.2281 8	0	6.22818
2	1.3926 1	30.066 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	9.9276 6	11.1166	17.790 2	0	17.7902
3	1.3926 1	48.738 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.934 7	17.843	28.554 7	0	28.5547
4	1.3926 1	62.164 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	20.121 9	22.5317	36.058 2	0	36.0582
5	1.3926 1	69.598 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	22.301	24.9718	39.963 2	0	39.9632
6	1.3926 1	77.173 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.474 5	27.4056	43.858 2	0	43.8582
7	1.3926 1	82.520 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.897 8	28.9993	46.408 6	0	46.4086
8	1.3926 1	80.935 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.130 6	28.1402	45.033 7	0	45.0337
9	1.3926 1	86.237 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.487	29.6591	47.464 4	0	47.4644
10	1.3926 1	97.076 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.486 3	33.0176	52.839 3	0	52.8393
11	1.3926 1	109.12 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.769 6	36.6941	58.722 9	0	58.7229
12	1.3926 1	122.28 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	36.296 2	40.643	65.042 1	0	65.0421
13	1.3926 1	129.21 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	37.895 5	42.4339	67.908 7	0	67.9087
14	1.3926 1	113.24 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.805	36.7337	58.786 1	0	58.7861
15	1.3926 1	187.15 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	54.590 4	61.1281	97.825 6	0	97.8256

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

16	1.3926 1	192.74 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	59.526 2	66.6551	106.67	0	106.67
17	1.3926 1	158.36 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	49.145 4	55.0311	88.067 9	0	88.0679
18	1.3926 1	122.99 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	38.743 7	43.3836	69.428 4	0	69.4284
19	1.3926 1	88.953 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.967 4	32.4365	51.909 2	0	51.9092
20	1.4056 1	61.621 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	13.952 7	15.6237	35.240 2	0	35.2402
21	1.4056 1	60.905 2	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	8.0225 4	8.98332	20.262 4	0	20.2624
22	1.4056 1	60.526 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	7.8388 6	8.77764	19.798 5	0	19.7985
23	1.4056 1	52.270 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	6.1128 5	6.84493	15.439 2	0	15.4392
24	1.4056 1	39.633 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	3.4849 5	3.90231	8.8019 3	0	8.80193
25	1.4056 1	16.933 2	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	0	0	-2.1791	0	-2.1791

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.11504**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.3926 1	10.423 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	3.8761 9	4.32211	6.9167 9	0	6.91679
2	1.3926 1	30.066 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	10.931 2	12.1887	19.506	0	19.506
3	1.3926 1	48.738 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.324 4	19.3174	30.914 3	0	30.9143

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

4	1.3926 1	62.164 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	21.603 7	24.089	38.550 5	0	38.5505
5	1.3926 1	69.598 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	23.646 8	26.3671	42.196 2	0	42.1962
6	1.3926 1	77.173 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.632 2	28.5809	45.739	0	45.739
7	1.3926 1	82.520 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.790 8	29.8728	47.806 5	0	47.8065
8	1.3926 1	80.935 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.680 2	28.6345	45.824 9	0	45.8249
9	1.3926 1	86.237 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.737 5	29.8134	47.711 4	0	47.7114
10	1.3926 1	97.076 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.404 1	32.7868	52.469 8	0	52.4698
11	1.3926 1	109.12 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.281 9	35.9956	57.604 9	0	57.6049
12	1.3926 1	122.28 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	35.321 4	39.3848	63.028 9	0	63.0289
13	1.3926 1	129.21 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	36.428 5	40.6192	65.004 4	0	65.0044
14	1.3926 1	113.24 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	31.148 7	34.7321	55.583	0	55.583
15	1.3926 1	187.15 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	51.195 1	57.0846	91.354 7	0	91.3547
16	1.3926 1	192.74 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	55.129 4	61.4715	98.374 8	0	98.3748
17	1.3926 1	158.36 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	44.942 7	50.1129	80.197 6	0	80.1976
18	1.3926 1	122.99 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	34.978 4	39.0023	62.416 5	0	62.4165

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

19	1.3926 1	88.953 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.813	28.7825	46.061 7	0	46.0617
20	1.4056 1	61.621 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	11.361 2	12.6682	28.574	0	28.574
21	1.4056 1	60.905 2	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	10.665	11.8919	26.823	0	26.823
22	1.4056 1	60.526 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	10.319 3	11.5064	25.953 4	0	25.9534
23	1.4056 1	52.270 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	8.7891 6	9.80027	22.105 1	0	22.1051
24	1.4056 1	39.633 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	6.5942 6	7.35286	16.584 8	0	16.5848
25	1.4056 1	16.933 2	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	3.8450 5	4.28739	9.6704 9	0	9.67049

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.11976**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199780	61539.6	0	0	0
2	199782	61540.1	1.69836	0	0
3	199783	61540.6	6.026	0	0
4	199785	61541.2	12.1136	0	0
5	199786	61541.8	18.6918	0	0
6	199787	61542.4	24.723	0	0
7	199789	61543.1	29.9238	0	0
8	199790	61543.8	33.885	0	0
9	199792	61544.5	36.1884	0	0
10	199793	61545.3	36.9422	0	0
11	199794	61546.1	35.8561	0	0
12	199796	61546.9	32.4346	0	0
13	199797	61547.8	26.1009	0	0
14	199799	61548.7	16.7273	0	0
15	199800	61549.6	6.1227	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

16	199801	61550.6	-15.8524	0	0
17	199803	61551.7	-44.7572	0	0
18	199804	61552.8	-72.9077	0	0
19	199806	61553.9	-98.6609	0	0
20	199807	61555.1	-120.731	0	0
21	199808	61556.4	-145.935	0	0
22	199810	61557.7	-120.107	0	0
23	199811	61559.1	-95.2366	0	0
24	199813	61560.6	-67.6428	0	0
25	199814	61562.2	-34.6529	0	0
26	199815	61563.8	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.11504**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199780	61539.6	0	0	0
2	199782	61540.1	1.8982	1.15807	31.3869
3	199783	61540.6	6.67723	4.07369	31.3868
4	199785	61541.2	13.3218	8.12746	31.3868
5	199786	61541.8	20.4219	12.4591	31.3868
6	199787	61542.4	26.8636	16.3891	31.3868
7	199789	61543.1	32.3673	19.7468	31.3867
8	199790	61543.8	36.5311	22.2871	31.3868
9	199792	61544.5	38.955	23.7659	31.3868
10	199793	61545.3	39.7958	24.2789	31.3868
11	199794	61546.1	38.8088	23.6767	31.3868
12	199796	61546.9	35.5529	21.6904	31.3869
13	199797	61547.8	29.5252	18.0129	31.3868
14	199799	61548.7	20.6658	12.6079	31.3868
15	199800	61549.6	10.736	6.54986	31.3867
16	199801	61550.6	-9.62621	-5.87282	31.3868
17	199803	61551.7	-36.1116	-22.0312	31.3868
18	199804	61552.8	-61.6065	-37.5853	31.3868
19	199806	61553.9	-84.6501	-51.6438	31.3868
20	199807	61555.1	-104.153	-63.5425	31.3869
21	199808	61556.4	-124.555	-75.989	31.3867
22	199810	61557.7	-103.619	-63.2165	31.3868
23	199811	61559.1	-83.7398	-51.0885	31.3868
24	199813	61560.6	-62.0539	-37.8583	31.3868
25	199814	61562.2	-36.6115	-22.3361	31.3867
26	199815	61563.8	0	0	0

SEZIONE 2 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez2chiodaturesism.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check $m\alpha < 0.2$: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 2.5

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.031
- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 6
- Orientation: Vertical







Distributed Load 2

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 12
- Orientation: Vertical

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Riempimento	Unit \pm _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit \pm _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \pm _limi argillosi superficiali
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	5	2	120		0	0
Friction Angle [deg]	35	35	43		38	29
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 3

- Support Type: GeoTextile
- Force Application: Active
- Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
- Anchorage: Slope Face
- Shear Strength Model: Linear
- Strip Coverage: 100 percent
- Tensile Strength: 40 kN/m
- Pullout Strength Adhesion: 5 kPa
- Pullout Strength Friction Angle: 40 degrees

Support 4

- Support Type: Soil Nail
- Force Application: Passive
- Out-of-Plane Spacing: 2 m
- Tensile Capacity: 178 kN
- Plate Capacity: 178 kN
- Default Bond Strength: 10 kN/m

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- and Material Dependent
- Shear Capacity: 100 kN

Bond Strength Dependency:

Material	Bond Strength (kN/m)
----------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.193260
- Center: 199850.738, 61601.217
- Radius: 29.550
- Left Slip Surface Endpoint: 199854.145, 61571.864
- Right Slip Surface Endpoint: 199869.449, 61578.346
- Resisting Moment=5500.72 kN-m
- Driving Moment=4609.81 kN-m
- Total Slice Area=23.661 m2

Method: spencer

- FS: 1.193390
- Center: 199850.738, 61601.217
- Radius: 29.550
- Left Slip Surface Endpoint: 199854.145, 61571.864
- Right Slip Surface Endpoint: 199869.449, 61578.346
- Resisting Moment=5501.29 kN-m
- Driving Moment=4609.81 kN-m
- Resisting Horizontal Force=172.306 kN
- Driving Horizontal Force=144.384 kN
- Total Slice Area=23.661 m2

Slice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.19326**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
--------------	-----------	-------------	---------------	---------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------------

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

1	0.61215 3	1.6229 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	1.12715	1.34498	2.4264 2	0	2.42642
2	0.61215 3	4.8050 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	3.30621	3.94517	7.1172 7	0	7.11727
3	0.61215 3	7.8588 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	5.35733	6.39269	11.532 7	0	11.5327
4	0.61215 3	10.782 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	7.28256	8.68999	15.677 2	0	15.6772
5	0.61215 3	13.575 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	9.08369	10.8392	19.554 5	0	19.5545
6	0.61215 3	16.236 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	10.7622	12.8421	23.167 8	0	23.1678
7	0.61215 3	18.761 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	12.3195	14.7004	26.520 2	0	26.5202
8	0.61215 3	21.150 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	13.7567	16.4153	29.614	0	29.614
9	0.61215 3	23.399 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	15.0746	17.9879	32.451 1	0	32.4511
10	0.61215 3	24.594	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	15.6916	18.7242	33.779 4	0	33.7794
11	0.61215 3	24.227 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	15.307	18.2652	32.951 2	0	32.9512
12	0.61215 3	23.733 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	14.8471	17.7165	31.961 4	0	31.9614

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

13	0.61215 3	23.092 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	14.301	17.0648	30.785 6	0	30.7856
14	0.61215 3	22.294 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	13.6664	16.3076	29.419 7	0	29.4197
15	0.61215 3	21.337 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	12.9435	15.445	27.863 5	0	27.8635
16	0.61215 3	20.214 2	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	12.1323	14.477	26.117 2	0	26.1172
17	0.61215 3	18.920 6	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	11.2328	13.4037	24.180 9	0	24.1809
18	0.61215 3	17.450 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	10.2448	12.2247	22.053 9	0	22.0539
19	0.61215 3	15.796 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	9.16808	10.9399	19.736 1	0	19.7361
20	0.61215 3	13.952 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	8.00232	9.54885	17.226 6	0	17.2266
21	0.61215 3	11.908 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	6.74725	8.05122	14.524 7	0	14.5247
22	0.61215 3	9.6564 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	5.40236	6.44642	11.629 7	0	11.6297
23	0.61215 3	7.1852	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	3.96731	4.73403	8.5404 1	0	8.54041
24	0.61215 3	4.4829 6	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	2.44159	2.91345	5.2559 9	0	5.25599

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	0.61215 3	1.5362 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	0.82480 1	0.98420 2	1.7755 5	0	1.77555
----	--------------	-------------	--	---	----	--------------	--------------	-------------	---	---------

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.19339

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.61215 3	1.6229 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	1.31192	1.56563	2.8244 8	0	2.82448
2	0.61215 3	4.8050 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	3.79409	4.52783	8.1684 2	0	8.16842
3	0.61215 3	7.8588 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	6.06272	7.23519	13.052 6	0	13.0526
4	0.61215 3	10.782 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	8.1288	9.70083	17.500 8	0	17.5008
5	0.61215 3	13.575 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	10.0023	11.9367	21.534 4	0	21.5344
6	0.61215 3	16.236 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	11.6927	13.9539	25.173 4	0	25.1734
7	0.61215 3	18.761 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	13.2079	15.7622	28.435 8	0	28.4358
8	0.61215 3	21.150 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	14.556	17.371	31.338	0	31.338
9	0.61215 3	23.399 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	15.7439	18.7886	33.895 6	0	33.8956

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	0.61215 3	24.594	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	16.1779	19.3065	34.829 7	0	34.8297
11	0.61215 3	24.227 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	15.5799	18.5929	33.542 6	0	33.5426
12	0.61215 3	23.733 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	14.9204	17.8058	32.122 5	0	32.1225
13	0.61215 3	23.092 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	14.1902	16.9345	30.550 7	0	30.5507
14	0.61215 3	22.294 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	13.3904	15.98	28.828 7	0	28.8287
15	0.61215 3	21.337 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	12.5235	14.9454	26.962 2	0	26.9622
16	0.61215 3	20.214 2	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	11.5923	13.8341	24.957 2	0	24.9572
17	0.61215 3	18.920 6	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	10.5991	12.6489	22.819 2	0	22.8192
18	0.61215 3	17.450 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	9.54667	11.3929	20.553 3	0	20.5533
19	0.61215 3	15.796 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	8.43714	10.0688	18.164 6	0	18.1646
20	0.61215 3	13.952 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	7.2728	8.67929	15.657 8	0	15.6578
21	0.61215 3	11.908 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	6.05582	7.22695	13.037 8	0	13.0378

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

22	0.61215 3	9.6564 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	4.78829	5.7143	10.308 9	0	10.3089
23	0.61215 3	7.1852	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	3.47241	4.14394	7.4758 5	0	7.47585
24	0.61215 3	4.4829 6	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	2.11023	2.51833	4.5431 8	0	4.54318
25	0.61215 3	1.5362 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficial i	0	29	0.70457 8	0.84083 6	1.5169	0	1.5169

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.19326**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199854	61571.9	0	0	0
2	199855	61571.9	0.399073	0	0
3	199855	61572	1.47402	0	0
4	199856	61572.1	3.05943	0	0
5	199857	61572.3	4.99968	0	0
6	199857	61572.4	7.14847	0	0
7	199858	61572.5	9.36849	0	0
8	199858	61572.7	11.5311	0	0
9	199859	61572.9	13.5161	0	0
10	199860	61573	15.2116	0	0
11	199860	61573.2	16.4671	0	0
12	199861	61573.5	17.1842	0	0
13	199861	61573.7	17.3758	0	0
14	199862	61573.9	17.0625	0	0
15	199863	61574.2	16.2744	0	0
16	199863	61574.5	15.0513	0	0
17	199864	61574.8	13.4441	0	0
18	199865	61575.1	11.5147	0	0
19	199865	61575.4	9.33777	0	0
20	199866	61575.8	7.00166	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

21	199866	61576.2	4.60964	0	0
22	199867	61576.5	2.28173	0	0
23	199868	61577	0.156673	0	0
24	199868	61577.4	-1.60569	0	0
25	199869	61577.9	-2.82146	0	0
26	199869	61578.3	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.19339**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	199854	61571.9	0	0	0
2	199855	61571.9	0.481915	0.263384	28.6582
3	199855	61572	1.76206	0.963027	28.6581
4	199856	61572.1	3.62443	1.98088	28.6582
5	199857	61572.3	5.8731	3.20986	28.6582
6	199857	61572.4	8.33064	4.55299	28.6582
7	199858	61572.5	10.8367	5.92265	28.6582
8	199858	61572.7	13.2469	7.23992	28.6582
9	199859	61572.9	15.4317	8.43398	28.6582
10	199860	61573	17.2754	9.44165	28.6582
11	199860	61573.2	18.6256	10.1795	28.658
12	199861	61573.5	19.3901	10.5974	28.6582
13	199861	61573.7	19.5969	10.7104	28.6582
14	199862	61573.9	19.2814	10.538	28.6582
15	199863	61574.2	18.487	10.1038	28.6582
16	199863	61574.5	17.2658	9.43636	28.6581
17	199864	61574.8	15.6786	8.56891	28.6582
18	199865	61575.1	13.7955	7.53976	28.6583
19	199865	61575.4	11.6963	6.39246	28.6582
20	199866	61575.8	9.47083	5.17614	28.6581
21	199866	61576.2	7.21991	3.94594	28.6582
22	199867	61576.5	5.05627	2.76343	28.6582
23	199868	61577	3.10565	1.69735	28.6582
24	199868	61577.4	1.50813	0.824247	28.6582
25	199869	61577.9	0.419904	0.229493	28.6582
26	199869	61578.3	0	0	0

SEZIONE 3 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez3.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4




Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Unit I_Calcarei marnosi	Unit II_Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit III_limi argillosi superficiali
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	27	20	16
Cohesion [kPa]	85.71	0	0
Friction Angle [deg]	36.72	32	23.91

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.252660
- Center: 130.544, 359.285
- Radius: 41.424
- Left Slip Surface Endpoint: 131.989, 317.886
- Right Slip Surface Endpoint: 161.745, 332.036
- Resisting Moment=27799.9 kN-m
- Driving Moment=22192.8 kN-m
- Total Slice Area=79.1201 m2

Method: spencer

- FS: 1.248280
- Center: 130.544, 359.285
- Radius: 41.424
- Left Slip Surface Endpoint: 131.989, 317.886
- Right Slip Surface Endpoint: 161.745, 332.036
- Resisting Moment=27702.9 kN-m
- Driving Moment=22192.8 kN-m
- Resisting Horizontal Force=602.751 kN
- Driving Horizontal Force=482.864 kN
- Total Slice Area=79.1201 m2

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.25266

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.11695	4.41088	Unit ₁ _limi argillosi superficiali	0	23.91	1.37416	1.72135	3.8826	0	3.8826

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	1.1169 5	12.961 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	4.0004 2	5.01117	11.303	0	11.303
3	1.1169 5	20.843 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	6.3731	7.98333	18.006 9	0	18.0069
4	1.1169 5	27.682 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	8.3853 6	10.504	23.692 5	0	23.6925
5	1.1169 5	33.918	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	10.178 6	12.7503	28.759 2	0	28.7592
6	1.1169 5	39.594 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	11.771 2	14.7453	33.259	0	33.259
7	1.1169 5	44.705	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	13.165 5	16.4919	37.198 5	0	37.1985
8	1.1169 5	49.238 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	14.363 3	17.9923	40.582 7	0	40.5827
9	1.1169 5	53.312 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	15.402 7	19.2944	43.519 8	0	43.5198
10	1.2004 7	63.338 4	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	22.844 5	28.6164	45.795 9	0	45.7959
11	1.2004 7	70.143 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.936 8	31.2373	49.990 1	0	49.9901
12	1.2004 7	76.143 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.675 4	33.4152	53.475 5	0	53.4755
13	1.2004 7	81.125 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.998 7	35.0729	56.128 4	0	56.1284
14	1.2004 7	85.052 7	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.907 9	36.2118	57.951	0	57.951
15	1.2004 7	87.388 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.238 1	36.6254	58.612 9	0	58.6129
16	1.2004 7	82.786 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.252 2	34.1378	54.631 9	0	54.6319

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

17	1.2004 7	80.501 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.058 2	32.6421	52.238 3	0	52.2383
18	1.2004 7	76.243 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.251 7	30.3791	48.616 8	0	48.6168
19	1.2004 7	70.145 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	21.907 1	27.4422	43.916 7	0	43.9167
20	1.2004 7	62.769 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.229 4	24.0879	38.548 7	0	38.5487
21	1.2996 3	59.151	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	12.648 4	15.8442	35.737 5	0	35.7375
22	1.2996 3	49.261 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	10.342 6	12.9557	29.222 5	0	29.2225
23	1.2996 3	37.473 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	7.7123 2	9.66092	21.790 8	0	21.7908
24	1.2996 3	23.849 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	4.8018 5	6.01509	13.567 4	0	13.5674
25	1.2996 3	8.3728 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.6449 8	2.0606	4.6478 2	0	4.64782

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.24828**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1169 5	4.4108 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.5972 1	1.99377	4.4970 8	0	4.49708
2	1.1169 5	12.961 9	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	4.5810 3	5.71841	12.898 3	0	12.8983
3	1.1169 5	20.843 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	7.1922 2	8.9779	20.250 2	0	20.2502
4	1.1169 5	27.682 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	9.3282	11.6442	26.264 2	0	26.2642

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

5	1.1169 5	33.918	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	11.164 2	13.936	31.433 5	0	31.4335
6	1.1169 5	39.594 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	12.732 2	15.8934	35.848 6	0	35.8486
7	1.1169 5	44.705	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	14.045 6	17.5329	39.546 7	0	39.5467
8	1.1169 5	49.238 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	15.116 2	18.8693	42.560 9	0	42.5609
9	1.1169 5	53.312 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	15.992 8	19.9635	45.029 1	0	45.0291
10	1.2004 7	63.338 4	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.839 3	31.0064	49.620 6	0	49.6206
11	1.2004 7	70.143 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.701 1	33.3305	53.34	0	53.34
12	1.2004 7	76.143 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.131 3	35.1158	56.196 9	0	56.1969
13	1.2004 7	81.125 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.083 4	36.3042	58.099	0	58.099
14	1.2004 7	85.052 7	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.578 5	36.9222	59.087 9	0	59.0879
15	1.2004 7	87.388 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.469 3	36.786	58.87	0	58.87
16	1.2004 7	82.786 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.057 1	33.7748	54.051	0	54.051
17	1.2004 7	80.501 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.483 5	31.8105	50.907 5	0	50.9075
18	1.2004 7	76.243 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	23.359	29.1586	46.663 5	0	46.6635
19	1.2004 7	70.145 5	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	20.779 8	25.939	41.511	0	41.511

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

20	1.2004 7	62.769 1	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.959 4	22.4184	35.876 9	0	35.8769
21	1.2996 3	59.151	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	23.91	11.038 5	13.7791	31.079 6	0	31.0796
22	1.2996 3	49.261 7	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	23.91	8.8778 2	11.082	24.996 1	0	24.9961
23	1.2996 3	37.473 5	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	23.91	6.5093 6	8.1255	18.327 6	0	18.3276
24	1.2996 3	23.849 5	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	23.91	3.9838 3	4.97294	11.216 8	0	11.2168
25	1.2996 3	8.3728 8	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	23.91	1.3863 5	1.73055	3.9033 7	0	3.90337

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.25266

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	131.989	317.886	0	0	0
2	133.106	317.94	1.32248	0	0
3	134.223	318.024	4.83002	0	0
4	135.34	318.139	9.86903	0	0
5	136.457	318.285	15.7708	0	0
6	137.573	318.461	22.0411	0	0
7	138.69	318.67	28.2459	0	0
8	139.807	318.91	33.9966	0	0
9	140.924	319.182	38.9503	0	0
10	142.041	319.488	42.8175	0	0
11	143.242	319.855	53.4095	0	0
12	144.442	320.262	62.9543	0	0
13	145.643	320.71	70.9384	0	0
14	146.843	321.202	76.8994	0	0
15	148.044	321.739	80.458	0	0
16	149.244	322.322	81.3174	0	0
17	150.445	322.954	79.4417	0	0
18	151.645	323.638	74.9525	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

19	152.845	324.376	68.1184	0	0
20	154.046	325.173	59.3897	0	0
21	155.246	326.032	49.3238	0	0
22	156.546	327.038	29.782	0	0
23	157.846	328.131	11.2726	0	0
24	159.145	329.319	-4.6227	0	0
25	160.445	330.616	-15.9847	0	0
26	161.745	332.036	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.24828**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	131.989	317.886	0	0	0
2	133.106	317.94	1.5338	0.707228	24.7542
3	134.223	318.024	5.54219	2.55547	24.7541
4	135.34	318.139	11.2181	5.17259	24.7541
5	136.457	318.285	17.7723	8.19469	24.7541
6	137.573	318.461	24.6399	11.3613	24.7541
7	138.69	318.67	31.3438	14.4525	24.7542
8	139.807	318.91	37.4754	17.2797	24.7542
9	140.924	319.182	42.6897	19.684	24.7542
10	142.041	319.488	46.7113	21.5383	24.7541
11	143.242	319.855	58.2217	26.8457	24.7542
12	144.442	320.262	68.4425	31.5585	24.7542
13	145.643	320.71	76.8712	35.4449	24.7542
14	146.843	321.202	83.0811	38.3083	24.7542
15	148.044	321.739	86.7498	39.9999	24.7542
16	149.244	322.322	87.6532	40.4164	24.7542
17	150.445	322.954	85.8342	39.5777	24.7542
18	151.645	323.638	81.4941	37.5765	24.7542
19	152.845	324.376	74.9664	34.5666	24.7542
20	154.046	325.173	66.7441	30.7754	24.7542
21	155.246	326.032	57.4004	26.467	24.7542
22	156.546	327.038	40.422	18.6384	24.7542
23	157.846	328.131	24.6026	11.3441	24.7541
24	159.145	329.319	11.2431	5.18415	24.7542
25	160.445	330.616	1.85551	0.855566	24.7542
26	161.745	332.036	0	0	0

SEZIONE 3 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez3seismic.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4




Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.031
- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 12
- Orientation: Normal to boundary

Material Properties

Property	Unit	Calcarei marnosi	Ghiaie e sabbie alluvionali	limi argillosi superficiali
Color				
Strength Type		Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]		27	20	16

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Cohesion [kPa]	120	0	0
Friction Angle [deg]	43	38	29
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.340690
- Center: 130.544, 359.285
- Radius: 41.424
- Left Slip Surface Endpoint: 131.989, 317.886
- Right Slip Surface Endpoint: 161.745, 332.036
- Resisting Moment=32726.2 kN-m
- Driving Moment=24410 kN-m
- Total Slice Area=79.1201 m2

Method: spencer

- FS: 1.338560
- Center: 130.544, 359.285
- Radius: 41.424
- Left Slip Surface Endpoint: 131.989, 317.886
- Right Slip Surface Endpoint: 161.745, 332.036
- Resisting Moment=32674.4 kN-m
- Driving Moment=24410 kN-m
- Resisting Horizontal Force=711.201 kN
- Driving Horizontal Force=531.316 kN
- Total Slice Area=79.1201 m2

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

- Number of Valid Surfaces: 3738
- Number of Invalid Surfaces: 1014

Error Codes:

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Error Code -103 reported for 137 surfaces
- Error Code -106 reported for 3 surfaces
- Error Code -112 reported for 89 surfaces
- Error Code -114 reported for 180 surfaces
- Error Code -115 reported for 605 surfaces

Method: spencer

- Number of Valid Surfaces: 2816
- Number of Invalid Surfaces: 1936

Error Codes:

- Error Code -103 reported for 137 surfaces
- Error Code -106 reported for 3 surfaces
- Error Code -108 reported for 335 surfaces
- Error Code -111 reported for 587 surfaces
- Error Code -112 reported for 89 surfaces
- Error Code -114 reported for 180 surfaces
- Error Code -115 reported for 605 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- -103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- -106 = Average slice width is less than $0.0001 * (\text{maximum horizontal extent of soil region})$. This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- -108 = Total driving moment or total driving force < 0.1 . This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- -111 = safety factor equation did not converge
- -112 = The coefficient $M\text{-Alpha} = \cos(\alpha)(1 + \tan(\alpha)\tan(\phi))/F < 0.2$ for the final iteration of the safety factor calculation. This screens out some slip surfaces which may not be valid in the context of the analysis, in particular, deep seated slip surfaces with many high negative base angle slices in the passive zone.
- -114 = Surface with Reverse Curvature.
- -115 = Surface too shallow, below the minimum depth.

Slice Data

-
- **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.34069**

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.11695	4.41088	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	1.55117	2.07964	3.75177	0	3.75177
2	1.11695	12.9619	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	4.50891	6.04505	10.9056	0	10.9056
3	1.11695	20.8437	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	7.17245	9.61603	17.3478	0	17.3478
4	1.11695	27.6823	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	9.42313	12.6335	22.7914	0	22.7914
5	1.11695	33.918	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	11.4216	15.3128	27.625	0	27.625
6	1.11695	39.5949	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	13.1894	17.6829	31.9009	0	31.9009
7	1.11695	44.705	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	14.7304	19.7489	35.6279	0	35.6279
8	1.11695	49.2387	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	16.0473	21.5145	38.8132	0	38.8132
9	1.11695	53.3128	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	17.1839	23.0383	41.5622	0	41.5622
10	1.20047	63.3384	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.3056	33.927	43.4246	0	43.4246
11	1.20047	70.1439	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.5676	36.9596	47.3061	0	47.3061
12	1.20047	76.1433	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.4302	39.4568	50.5025	0	50.5025
13	1.20047	81.1256	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.8278	41.3305	52.9007	0	52.9007
14	1.20047	85.0527	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.7641	42.5858	54.5073	0	54.5073

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

15	1.2004 7	87.388 9	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.061	42.9838	55.016 7	0	55.0167
16	1.2004 7	82.786 6	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.821 2	39.981	51.173 3	0	51.1733
17	1.2004 7	80.501 9	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.454 2	38.1483	48.827 6	0	48.8276
18	1.2004 7	76.243 9	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	26.424 5	35.427	45.344 5	0	45.3445
19	1.2004 7	70.145 5	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	23.816 9	31.9311	40.87	0	40.87
20	1.2004 7	62.769 1	Unit ^P _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.858 1	27.9643	35.792 7	0	35.7927
21	1.2996 3	59.151	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	13.824 9	18.5349	33.437 7	0	33.4377
22	1.2996 3	49.261 7	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	11.278 8	15.1214	27.279 7	0	27.2797
23	1.2996 3	37.473 5	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	8.3900 1	11.2484	20.292 8	0	20.2928
24	1.2996 3	23.849 5	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	5.2101 8	6.98524	12.601 7	0	12.6017
25	1.2996 3	8.3728 8	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	1.7797 9	2.38615	4.3047 3	0	4.30473

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.33856

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1169 5	4.4108 8	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	1.8687 5	2.50144	4.5127 2	0	4.51272
2	1.1169 5	12.961 9	Unit ^l _limi argillosi superficiali	0	29	5.3219 5	7.12375	12.851 6	0	12.8516

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

3	1.1169 5	20.843 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	8.2994 4	11.1093	20.041 7	0	20.0417
4	1.1169 5	27.682 3	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	10.695 7	14.3168	25.828 1	0	25.8281
5	1.1169 5	33.918	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	12.723 1	17.0306	30.724	0	30.724
6	1.1169 5	39.594 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	14.426 1	19.3102	34.836 4	0	34.8364
7	1.1169 5	44.705	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	15.825 9	21.1839	38.216 8	0	38.2168
8	1.1169 5	49.238 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	16.941 4	22.6771	40.910 5	0	40.9105
9	1.1169 5	53.312 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	17.831 8	23.869	43.060 9	0	43.0609
10	1.2004 7	63.338 4	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.103 6	37.6183	48.149 2	0	48.1492
11	1.2004 7	70.143 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.001 3	40.1585	51.400 6	0	51.4006
12	1.2004 7	76.143 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.398 6	42.0289	53.794 5	0	53.7945
13	1.2004 7	81.125 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.253 9	43.1738	55.26	0	55.26
14	1.2004 7	85.052 7	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.600 3	43.6375	55.853 5	0	55.8535
15	1.2004 7	87.388 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.285 2	43.2157	55.313 6	0	55.3136
16	1.2004 7	82.786 6	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.468 6	39.4455	50.488	0	50.488
17	1.2004 7	80.501 9	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.594 8	36.9373	47.277 6	0	47.2776

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

18	1.2004 7	76.243 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.149 9	33.6647	43.088 8	0	43.0888
19	1.2004 7	70.145 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.245 3	29.7767	38.112 4	0	38.1124
20	1.2004 7	62.769 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.115 3	25.587	32.749 9	0	32.7499
21	1.2996 3	59.151	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	11.568 8	15.4855	27.936 6	0	27.9366
22	1.2996 3	49.261 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	9.2378 4	12.3654	22.307 7	0	22.3077
23	1.2996 3	37.473 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	6.7183 7	8.99294	16.223 7	0	16.2237
24	1.2996 3	23.849 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	4.0727 8	5.45166	9.8350 7	0	9.83507
25	1.2996 3	8.3728 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.3527 3	1.81071	3.2666 1	0	3.26661

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.34069

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	131.989	317.886	0	0	0
2	133.106	317.94	1.24578	0	0
3	134.223	318.024	4.52772	0	0
4	135.34	318.139	9.20543	0	0
5	136.457	318.285	14.6316	0	0
6	137.573	318.461	20.3274	0	0
7	138.69	318.67	25.8738	0	0
8	139.807	318.91	30.8991	0	0
9	140.924	319.182	35.077	0	0
10	142.041	319.488	38.134	0	0
11	143.242	319.855	48.4969	0	0
12	144.442	320.262	57.8051	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

13	145.643	320.71	65.5604	0	0
14	146.843	321.202	71.3178	0	0
15	148.044	321.739	74.7162	0	0
16	149.244	322.322	75.4775	0	0
17	150.445	322.954	73.5837	0	0
18	151.645	323.638	69.1619	0	0
19	152.845	324.376	62.4846	0	0
20	154.046	325.173	53.9984	0	0
21	155.246	326.032	44.25	0	0
22	156.546	327.038	24.7878	0	0
23	157.846	328.131	6.48457	0	0
24	159.145	329.319	-9.13218	0	0
25	160.445	330.616	-20.2276	0	0
26	161.745	332.036	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.33856**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	131.989	317.886	0	0	0
2	133.106	317.94	1.56735	0.872485	29.103
3	134.223	318.024	5.61636	3.12642	29.1031
4	135.34	318.139	11.2801	6.2792	29.103
5	136.457	318.285	17.7334	9.87152	29.103
6	137.573	318.461	24.3932	13.5788	29.1031
7	138.69	318.67	30.7763	17.132	29.103
8	139.807	318.91	36.4776	20.3057	29.103
9	140.924	319.182	41.1627	22.9137	29.103
10	142.041	319.488	44.5706	24.8108	29.1031
11	143.242	319.855	56.6978	31.5616	29.1031
12	144.442	320.262	67.4105	37.5249	29.103
13	145.643	320.71	76.2104	42.4235	29.1031
14	146.843	321.202	82.6851	46.0277	29.103
15	148.044	321.739	86.5349	48.1708	29.1031
16	149.244	322.322	87.5629	48.743	29.1031
17	150.445	322.954	85.8371	47.7823	29.103
18	151.645	323.638	81.5936	45.4201	29.103
19	152.845	324.376	75.1909	41.856	29.1031
20	154.046	325.173	67.1396	37.3741	29.103
21	155.246	326.032	58.0215	32.2984	29.1031
22	156.546	327.038	41.2385	22.9559	29.103
23	157.846	328.131	25.7777	14.3495	29.1031
24	159.145	329.319	12.8714	7.16505	29.1031

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	160.445	330.616	3.91393	2.17874	29.1031
26	161.745	332.036	0	0	0

SEZIONE 4 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez4.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE
PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE**

- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4

Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1



- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Unit \uparrow _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali
----------	--------------------	----------------------------------	--------------	--	--

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	3.5	85.71		0	0
Friction Angle [deg]	29.25	36.72		32	23.91
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 7

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 8.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Support 8

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Support 9

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.175640
- Center: -53.783, 349.725
- Radius: 53.706
- Left Slip Surface Endpoint: -45.850, 296.608

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Right Slip Surface Endpoint: -12.437, 315.448
- Resisting Moment=53915.5 kN-m
- Driving Moment=45860.7 kN-m
- Total Slice Area=97.472 m2

Method: spencer

- FS: 1.170870
- Center: -53.783, 349.725
- Radius: 53.706
- Left Slip Surface Endpoint: -45.850, 296.608
- Right Slip Surface Endpoint: -12.437, 315.448
- Resisting Moment=53697 kN-m
- Driving Moment=45860.7 kN-m
- Resisting Horizontal Force=874.041 kN
- Driving Horizontal Force=746.488 kN
- Total Slice Area=97.472 m2

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17564

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.15145	3.66608	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	1.13225	1.33112	3.00242	0	3.00242
2	1.15145	10.7607	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	3.29715	3.87626	8.74316	0	8.74316
3	1.15145	17.8825	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	5.43589	6.39065	14.4146	0	14.4146
4	1.35162	35.5239	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.4462	14.6323	23.4166	0	23.4166
5	1.35162	52.828	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.2717	21.481	34.3767	0	34.3767
6	1.35162	69.1188	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	23.5975	27.7422	44.3968	0	44.3968

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7	1.3516 2	84.272 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.395 9	33.3834	53.424 7	0	53.4247
8	1.3516 2	93.406	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	31.058 7	36.5138	58.434 3	0	58.4343
9	1.3516 2	97.884 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.112 5	37.7527	60.417 1	0	60.4171
10	1.3516 2	101.06 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.705 3	38.4497	61.532 4	0	61.5324
11	1.3516 2	102.93 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.848	38.6174	61.800 8	0	61.8008
12	1.3516 2	103.29 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.496 2	38.2038	61.138 8	0	61.1388
13	1.3516 2	102.38 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	31.743 1	37.3184	59.721 9	0	59.7219
14	1.3516 2	100.18 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	30.596 5	35.9705	57.564 9	0	57.5649
15	1.3516 2	96.861	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.126 3	34.2421	54.798 8	0	54.7988
16	1.3516 2	95.450 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.244 6	33.2055	53.139 9	0	53.1399
17	1.3516 2	96.216 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.999 7	32.9176	52.679 2	0	52.6792
18	1.3516 2	95.936 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.435 8	32.2546	51.618 2	0	51.6182
19	1.3516 2	93.966	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.385 3	31.0196	49.641 8	0	49.6418
20	1.3516 2	90.216 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.848 9	29.2134	46.751 2	0	46.7512
21	1.3516 2	84.615	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	22.834 5	26.8452	42.961 3	0	42.9613

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

22	1.3516 2	73.704 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.461 2	22.8794	36.614 7	0	36.6147
23	1.3516 2	55.672 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.359 3	16.8814	27.015 9	0	27.0159
24	1.3516 2	34.851 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	8.7635 7	10.3028	16.488	0	16.488
25	1.5741 9	13.835 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	2.3109 1	2.7168	6.1279 3	0	6.12793

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.17087**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1514 5	3.6660 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.2697 3	1.48669	3.3533 2	0	3.35332
2	1.1514 5	10.760 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	3.6511	4.27496	9.6424 1	0	9.64241
3	1.1514 5	17.882 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	5.9447 1	6.96048	15.699 8	0	15.6998
4	1.3516 2	35.523 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.470 9	16.9435	27.115 3	0	27.1153
5	1.3516 2	52.828	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	20.912 3	24.4856	39.185 2	0	39.1852
6	1.3516 2	69.118 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.591 6	31.1353	49.826 9	0	49.8269
7	1.3516 2	84.272 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	31.511 4	36.8957	59.045 5	0	59.0455
8	1.3516 2	93.406	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	33.946 2	39.7466	63.607 8	0	63.6078
9	1.3516 2	97.884 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	34.572 8	40.4803	64.782 1	0	64.7821

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	1.3516 2	101.06 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	34.687 8	40.6149	64.997 4	0	64.9974
11	1.3516 2	102.93 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	34.324	40.1889	64.315 7	0	64.3157
12	1.3516 2	103.29 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	33.456 1	39.1727	62.689 3	0	62.6893
13	1.3516 2	102.38 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	32.200 1	37.7021	60.336	0	60.336
14	1.3516 2	100.18 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	30.580 9	35.8063	57.302	0	57.302
15	1.3516 2	96.861	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.683	33.5841	53.745 8	0	53.7458
16	1.3516 2	95.450 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.404 2	32.0867	51.349 4	0	51.3494
17	1.3516 2	96.216 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	26.763 7	31.3368	50.149 4	0	50.1494
18	1.3516 2	95.936 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.833 3	30.2474	48.406	0	48.406
19	1.3516 2	93.966	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	24.470 4	28.6516	45.852 2	0	45.8522
20	1.3516 2	90.216 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	22.695 3	26.5733	42.526 2	0	42.5262
21	1.3516 2	84.615	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	20.535	24.0438	38.478 1	0	38.4781
22	1.3516 2	73.704 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	17.228 7	20.1726	32.283	0	32.283
23	1.3516 2	55.672 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.511 1	14.6489	23.443 1	0	23.4431
24	1.3516 2	34.851 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	7.5129	8.79663	14.077 6	0	14.0776

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	1.5741 9	13.835 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	1.8392 7	2.15355	4.8574 7	0	4.85747
----	-------------	-------------	--	---	-------	-------------	---------	-------------	---	---------

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.17564**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-45.85	296.608	0	0	0
2	-44.6986	296.793	0.747484	0	0
3	-43.5471	297.004	2.69871	0	0
4	-42.3957	297.24	5.53941	0	0
5	-41.0441	297.552	15.0467	0	0
6	-39.6924	297.901	27.728	0	0
7	-38.3408	298.287	42.4245	0	0
8	-36.9892	298.712	58.0405	0	0
9	-35.6376	299.177	72.8008	0	0
10	-34.2859	299.683	85.5962	0	0
11	-32.9343	300.231	96.0396	0	0
12	-31.5827	300.822	103.842	0	0
13	-30.2311	301.459	108.805	0	0
14	-28.8794	302.142	110.853	0	0
15	-27.5278	302.874	110.01	0	0
16	-26.1762	303.658	106.398	0	0
17	-24.8246	304.495	100.03	0	0
18	-23.4729	305.39	90.7148	0	0
19	-22.1213	306.344	78.4639	0	0
20	-20.7697	307.364	63.4751	0	0
21	-19.4181	308.453	46.1151	0	0
22	-18.0664	309.617	26.9384	0	0
23	-16.7148	310.863	7.6002	0	0
24	-15.3632	312.198	-9.09776	0	0
25	-14.0116	313.634	-20.936	0	0
26	-12.4374	315.448	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.17087**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-45.85	296.608	0	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	-44.6986	296.793	0.842167	0.432761	27.1971
3	-43.5471	297.004	3.01514	1.54938	27.1971
4	-42.3957	297.24	6.14342	3.1569	27.1971
5	-41.0441	297.552	17.2503	8.86434	27.1971
6	-39.6924	297.901	31.847	16.3651	27.1971
7	-38.3408	298.287	48.521	24.9333	27.1971
8	-36.9892	298.712	65.9933	33.9117	27.1971
9	-35.6376	299.177	82.2901	42.2861	27.1971
10	-34.2859	299.683	96.244	49.4565	27.1971
11	-32.9343	300.231	107.51	55.2459	27.1972
12	-31.5827	300.822	115.862	59.5377	27.1972
13	-30.2311	301.459	121.177	62.269	27.1972
14	-28.8794	302.142	123.464	63.4442	27.1972
15	-27.5278	302.874	122.832	63.1194	27.1972
16	-26.1762	303.658	119.484	61.3989	27.1971
17	-24.8246	304.495	113.516	58.3321	27.1971
18	-23.4729	305.39	104.83	53.8684	27.197
19	-22.1213	306.344	93.516	48.0547	27.1971
20	-20.7697	307.364	79.8371	41.0256	27.1971
21	-19.4181	308.453	64.1995	32.9899	27.1971
22	-18.0664	309.617	47.163	24.2355	27.1971
23	-16.7148	310.863	30.2293	15.5338	27.1971
24	-15.3632	312.198	15.8243	8.13156	27.1971
25	-14.0116	313.634	5.76759	2.96377	27.1971
26	-12.4374	315.448	0	0	0

SEZIONE 4 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez4seismic.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4




Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.061
- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 26
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Unit ¹ _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit ¹ _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit ¹ _limi argillosi superficiali
Color					

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	5	120		0	0
Friction Angle [deg]	35	43		38	29
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 7

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 8.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Support 8

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Support 9

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.269980
- Center: -53.783, 349.725
- Radius: 53.706
- Left Slip Surface Endpoint: -45.850, 296.608

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Right Slip Surface Endpoint: -12.437, 315.448
- Resisting Moment=61174.8 kN-m
- Driving Moment=48169.9 kN-m
- Total Slice Area=97.472 m²

Method: spencer

- FS: 1.270870
- Center: -53.783, 349.725
- Radius: 53.706
- Left Slip Surface Endpoint: -45.850, 296.608
- Right Slip Surface Endpoint: -12.437, 315.448
- Resisting Moment=61217.4 kN-m
- Driving Moment=48169.9 kN-m
- Resisting Horizontal Force=996.893 kN
- Driving Horizontal Force=784.421 kN
- Total Slice Area=97.472 m²

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.26998

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.15145	3.66608	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	1.21976	1.54907	2.79459	0	2.79459
2	1.15145	10.7607	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	3.54791	4.50578	8.12864	0	8.12864
3	1.15145	17.8825	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	5.84267	7.42008	13.3862	0	13.3862
4	1.35162	35.5239	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.3022	16.8935	21.6228	0	21.6228
5	1.35162	52.828	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.4943	24.7574	31.688	0	31.688
6	1.35162	69.1188	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.1331	31.9185	40.8537	0	40.8537

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7	1.3516 2	84.272 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.191 8	38.343	49.076 8	0	49.0768
8	1.3516 2	93.406	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.966 4	41.8667	53.586 9	0	53.5869
9	1.3516 2	97.884 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.026 8	43.2133	55.310 5	0	55.3105
10	1.3516 2	101.06 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.595 7	43.9358	56.235 2	0	56.2352
11	1.3516 2	102.93 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.686 8	44.0516	56.383 5	0	56.3835
12	1.3516 2	103.29 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.256	43.5044	55.683 2	0	55.6832
13	1.3516 2	102.38 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	33.403 8	42.4221	54.297 8	0	54.2978
14	1.3516 2	100.18 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.140 5	40.8178	52.244 4	0	52.2444
15	1.3516 2	96.861	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.541 4	38.787	49.645	0	49.645
16	1.3516 2	95.450 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.562 9	37.5443	48.054 5	0	48.0545
17	1.3516 2	96.216 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.252 2	37.1497	47.549 5	0	47.5495
18	1.3516 2	95.936 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.608 5	36.3322	46.503 1	0	46.5031
19	1.3516 2	93.966	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.459 3	34.8728	44.635 1	0	44.6351
20	1.3516 2	90.216 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.808 2	32.7759	41.951 2	0	41.9512
21	1.3516 2	84.615	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	23.666 4	30.0558	38.469 7	0	38.4697

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

22	1.3516 2	73.704 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.126 1	25.5598	32.715	0	32.715
23	1.3516 2	55.672 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	14.815 9	18.8159	24.083 2	0	24.0832
24	1.3516 2	34.851 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	9.0203 8	11.4557	14.662 7	0	14.6627
25	1.5741 9	13.835 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	2.3989 4	3.04661	5.4962 4	0	5.49624

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.27087**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1514 5	3.6660 8	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.4045	1.78494	3.2201 2	0	3.22012
2	1.1514 5	10.760 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	4.0137	5.10089	9.2022 7	0	9.20227
3	1.1514 5	17.882 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	6.4953 9	8.25479	14.892 1	0	14.8921
4	1.3516 2	35.523 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.288 8	20.7009	26.496	0	26.496
5	1.3516 2	52.828	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	23.343 4	29.6664	37.971 3	0	37.9713
6	1.3516 2	69.118 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.440 1	37.4146	47.888 5	0	47.8885
7	1.3516 2	84.272 2	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.606 3	43.9801	56.292	0	56.292
8	1.3516 2	93.406	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	36.985 1	47.0033	60.161 5	0	60.1615
9	1.3516 2	97.884 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	37.374 2	47.4977	60.794 3	0	60.7943

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	1.3516 2	101.06 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	37.210 2	47.2893	60.527 5	0	60.5275
11	1.3516 2	102.93 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	36.540 6	46.4384	59.438 5	0	59.4385
12	1.3516 2	103.29 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	35.35	44.9253	57.501 7	0	57.5017
13	1.3516 2	102.38 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	33.771 4	42.9191	54.934	0	54.934
14	1.3516 2	100.18 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.838 9	40.4631	51.790 4	0	51.7904
15	1.3516 2	96.861	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.647 3	37.6779	48.225 6	0	48.2256
16	1.3516 2	95.450 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.123 3	35.7411	45.746 5	0	45.7465
17	1.3516 2	96.216 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.272 5	34.6598	44.362 5	0	44.3625
18	1.3516 2	95.936 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	26.141 1	33.2219	42.522 1	0	42.5221
19	1.3516 2	93.966	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	24.591 9	31.2531	40.002 2	0	40.0022
20	1.3516 2	90.216 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.653 9	28.7901	36.849 7	0	36.8497
21	1.3516 2	84.615	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	20.361 3	25.8766	33.120 5	0	33.1205
22	1.3516 2	73.704 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.972	21.5692	27.607 3	0	27.6073
23	1.3516 2	55.672 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	12.246 7	15.564	19.921	0	19.921
24	1.3516 2	34.851 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	7.3092 4	9.2891	11.889 5	0	11.8895

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO - LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	1.5741 9	13.835 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	1.8324 5	2.3288	4.2012 6	0	4.20126
----	-------------	-------------	--	---	----	-------------	--------	-------------	---	---------

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.26998**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-45.85	296.608	0	0	0
2	-44.6986	296.793	0.652632	0	0
3	-43.5471	297.004	2.3352	0	0
4	-42.3957	297.24	4.74647	0	0
5	-41.0441	297.552	13.6927	0	0
6	-39.6924	297.901	25.5789	0	0
7	-38.3408	298.287	39.2926	0	0
8	-36.9892	298.712	53.7879	0	0
9	-35.6376	299.177	67.4	0	0
10	-34.2859	299.683	79.0999	0	0
11	-32.9343	300.231	88.5327	0	0
12	-31.5827	300.822	95.4382	0	0
13	-30.2311	301.459	99.6448	0	0
14	-28.8794	302.142	101.096	0	0
15	-27.5278	302.874	99.8315	0	0
16	-26.1762	303.658	95.9797	0	0
17	-24.8246	304.495	89.5531	0	0
18	-23.4729	305.39	80.3728	0	0
19	-22.1213	306.344	68.4649	0	0
20	-20.7697	307.364	54.0331	0	0
21	-19.4181	308.453	37.4383	0	0
22	-18.0664	309.617	19.2152	0	0
23	-16.7148	310.863	0.932425	0	0
24	-15.3632	312.198	-14.7813	0	0
25	-14.0116	313.634	-25.8736	0	0
26	-12.4374	315.448	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.27087**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-45.85	296.608	0	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	-44.6986	296.793	0.789264	0.531627	33.9631
3	-43.5471	297.004	2.78956	1.87897	33.9631
4	-42.3957	297.24	5.60847	3.77771	33.9631
5	-41.0441	297.552	17.1037	11.5206	33.9632
6	-39.6924	297.901	32.0475	21.5863	33.9631
7	-38.3408	298.287	48.9237	32.9537	33.9632
8	-36.9892	298.712	66.3909	44.7191	33.9631
9	-35.6376	299.177	82.4596	55.5426	33.9632
10	-34.2859	299.683	95.996	64.6604	33.9632
11	-32.9343	300.231	106.7	71.87	33.9631
12	-31.5827	300.822	114.394	77.053	33.9632
13	-30.2311	301.459	119.013	80.1637	33.9631
14	-28.8794	302.142	120.616	81.2435	33.9631
15	-27.5278	302.874	119.362	80.3994	33.9633
16	-26.1762	303.658	115.498	77.7964	33.9632
17	-24.8246	304.495	109.14	73.514	33.9632
18	-23.4729	305.39	100.217	67.5032	33.963
19	-22.1213	306.344	88.8562	59.8512	33.9632
20	-20.7697	307.364	75.3508	50.7543	33.9632
21	-19.4181	308.453	60.1224	40.4969	33.9632
22	-18.0664	309.617	43.7275	29.4537	33.9632
23	-16.7148	310.863	27.6038	18.5932	33.9632
24	-15.3632	312.198	14.021	9.44417	33.9632
25	-14.0116	313.634	4.62411	3.11468	33.9632
26	-12.4374	315.448	0	0	0

SEZIONE 5 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez5.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None







Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Riempimento	Unit \pm _Calcarei marnosi	Calcestruzzo	Unit \pm _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit \pm _limi argillosi superficiali
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	3.5	1.42	85.71		0	0
Friction Angle [deg]	29.25	29.25	36.72		32	23.91
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 5

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.379380
- Center: 39.159, 356.141
- Radius: 27.357
- Left Slip Surface Endpoint: 38.714, 328.788
- Right Slip Surface Endpoint: 61.650, 340.568
- Resisting Moment=18645.9 kN-m
- Driving Moment=13517.6 kN-m
- Total Slice Area=60.9848 m²

Method: spencer

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- FS: 1.376260
- Center: 39.159, 356.141
- Radius: 27.357
- Left Slip Surface Endpoint: 38.714, 328.788
- Right Slip Surface Endpoint: 61.650, 340.568
- Resisting Moment=18603.7 kN-m
- Driving Moment=13517.6 kN-m
- Resisting Horizontal Force=606.234 kN
- Driving Horizontal Force=440.495 kN
- Total Slice Area=60.9848 m2

Slice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.37938**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.888484	4.09134	UnitL_limi argillosi superficiali	0	23.91	1.48006	2.04156	4.60488	0	4.60488
2	0.932302	12.5133	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	5.99018	8.26274	13.2231	0	13.2231
3	0.932302	20.901	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	9.85544	13.5944	21.7556	0	21.7556
4	0.932302	28.6917	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	13.3279	18.3842	29.4209	0	29.4209
5	0.932302	35.8804	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	16.4203	22.6499	36.2475	0	36.2475
6	0.932302	42.464	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	19.1458	26.4094	42.2639	0	42.2639
7	0.932302	48.6723	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	21.6194	29.8214	47.7242	0	47.7242
8	0.932302	54.3948	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	23.8003	32.8297	52.5385	0	52.5385
9	0.932302	59.4701	UnitP_Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	25.6283	35.3511	56.5735	0	56.5735

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	0.93230 2	64.131 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.2137	37.538	60.073 3	0	60.0733
11	0.93230 2	68.824 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.7494	39.6564	63.463 5	0	63.4635
12	0.93230 2	71.334 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.3217	40.4457	64.726 5	0	64.7265
13	0.93230 2	72.376	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.2609	40.3619	64.592 5	0	64.5925
14	0.93230 2	72.637 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.8679	39.8198	63.725	0	63.725
15	0.93230 2	72.076 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.1392	38.8147	62.116 5	0	62.1165
16	0.93230 2	70.641 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.0701	37.34	59.756 5	0	59.7565
17	0.93230 2	68.272 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.6542	35.3869	56.630 9	0	56.6309
18	0.93230 2	64.838 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	23.8622	32.915	52.675	0	52.675
19	0.93230 2	58.974 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	21.2261	29.2788	46.855 8	0	46.8558
20	0.93230 2	52.645 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.4976	25.5152	40.832 8	0	40.8328
21	0.93230 2	45.708 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.6433	21.5781	34.532 2	0	34.5322
22	0.93230 2	37.253 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	12.3834	17.0814	27.335 9	0	27.3359
23	0.93230 2	27.049 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	8.70087	12.0018	19.206 9	0	19.2069
24	0.93230 2	14.784 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	4.579	6.31618	10.108	0	10.108

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	0.60438 3	2.6225 3	Unit \downarrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	0.96557 1	1.33189	3.0041 7	0	3.00417
----	--------------	-------------	--	---	-------	--------------	---------	-------------	---	---------

• Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.37626

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.88848 4	4.0913 4	Unit \downarrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	1.75474	2.41498	5.4471 4	0	5.44714
2	0.93230 2	12.513 3	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	7.47446	10.2868	16.462 4	0	16.4624
3	0.93230 2	20.901	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	12.0302	16.5567	26.496 3	0	26.4963
4	0.93230 2	28.691 7	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	15.9256	21.9178	35.075 8	0	35.0758
5	0.93230 2	35.880 4	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	19.2177	26.4486	42.326 5	0	42.3265
6	0.93230 2	42.464	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	21.9578	30.2197	48.361 7	0	48.3617
7	0.93230 2	48.672 3	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	24.3074	33.4533	53.536 5	0	53.5365
8	0.93230 2	54.394 8	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	26.2429	36.1171	57.799 5	0	57.7995
9	0.93230 2	59.470 1	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	27.7211	38.1515	61.055 3	0	61.0553
10	0.93230 2	64.131 5	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	28.8833	39.7509	63.614 7	0	63.6147
11	0.93230 2	68.824 9	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	29.9456	41.213	65.954 7	0	65.9547
12	0.93230 2	71.334 5	Unit \uparrow _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	29.9774	41.2567	66.024 5	0	66.0245

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

13	0.93230 2	72.376	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	29.3647	40.4135	64.675 2	0	64.6752
14	0.93230 2	72.637 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.4377	39.1377	62.633 4	0	62.6334
15	0.93230 2	72.076 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	27.2093	37.4471	59.927 9	0	59.9279
16	0.93230 2	70.641 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	25.691	35.3575	56.583 8	0	56.5838
17	0.93230 2	68.272 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	23.8929	32.8829	52.623 7	0	52.6237
18	0.93230 2	64.838 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	21.8047	30.009	48.024 4	0	48.0244
19	0.93230 2	58.974 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	19.0248	26.1831	41.901 7	0	41.9017
20	0.93230 2	52.645 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	16.2566	22.3733	35.804 9	0	35.8049
21	0.93230 2	45.708 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	13.4752	18.5454	29.678 8	0	29.6788
22	0.93230 2	37.253 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	10.4504	14.3825	23.016 8	0	23.0168
23	0.93230 2	27.049 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	7.18997	9.89527	15.835 7	0	15.8357
24	0.93230 2	14.784 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	3.70322	5.09659	8.1562 6	0	8.15626
25	0.60438 3	2.6225 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	0.96021 1	1.3215	2.9807 4	0	2.98074

Interslice Data

- Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.37938

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	38.714	328.788	0	0	0
2	39.6025	328.788	1.31045	0	0
3	40.5348	328.819	6.46515	0	0
4	41.4671	328.882	14.252	0	0
5	42.3994	328.977	23.8372	0	0
6	43.3317	329.105	34.4698	0	0
7	44.264	329.265	45.4756	0	0
8	45.1963	329.459	56.3036	0	0
9	46.1286	329.687	66.4242	0	0
10	47.0609	329.951	75.3333	0	0
11	47.9932	330.25	82.6174	0	0
12	48.9256	330.587	87.9327	0	0
13	49.8579	330.963	90.829	0	0
14	50.7902	331.38	91.0851	0	0
15	51.7225	331.84	88.6051	0	0
16	52.6548	332.345	83.3696	0	0
17	53.5871	332.899	75.4453	0	0
18	54.5194	333.504	64.998	0	0
19	55.4517	334.166	52.3225	0	0
20	56.384	334.888	38.1704	0	0
21	57.3163	335.679	23.0646	0	0
22	58.2486	336.546	7.66099	0	0
23	59.1809	337.5	-6.90385	0	0
24	60.1132	338.554	-19.0745	0	0
25	61.0455	339.729	-26.6952	0	0
26	61.6499	340.568	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.37626**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	38.714	328.788	0	0	0
2	39.6025	328.788	1.555	0.76097	26.0757
3	40.5348	328.819	7.99414	3.91209	26.0757
4	41.4671	328.882	17.5127	8.57018	26.0757
5	42.3994	328.977	28.9866	14.1852	26.0758
6	43.3317	329.105	41.4582	20.2884	26.0757
7	44.264	329.265	54.1158	26.4826	26.0757
8	45.1963	329.459	66.3333	32.4615	26.0757
9	46.1286	329.687	77.5436	37.9475	26.0757

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	47.0609	329.951	87.239	42.6921	26.0757
11	47.9932	330.25	95.0365	46.508	26.0757
12	48.9256	330.587	100.647	49.2538	26.0758
13	49.8579	330.963	103.689	50.7423	26.0757
14	50.7902	331.38	104.031	50.9096	26.0757
15	51.7225	331.84	101.676	49.7572	26.0757
16	52.6548	332.345	96.7041	47.3241	26.0757
17	53.5871	332.899	89.2752	43.6886	26.0757
18	54.5194	333.504	79.6366	38.9717	26.0757
19	55.4517	334.166	68.1436	33.3474	26.0757
20	56.384	334.888	55.5431	27.1811	26.0757
21	57.3163	335.679	42.3447	20.7222	26.0757
22	58.2486	336.546	29.1451	14.2627	26.0757
23	59.1809	337.5	16.9119	8.27617	26.0757
24	60.1132	338.554	6.89834	3.37584	26.0757
25	61.0455	339.729	0.759807	0.371826	26.0757
26	61.6499	340.568	0	0	0

SEZIONE 5 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez5.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3







Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4

Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.031

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Riempimento	Unit [†] _Calciari marnosi	Calcestruzzo	Unit [†] _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit [†] _limi argillosi superficiali
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	19	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	5	2	120		0	0
Friction Angle [deg]	35	35	43		38	29

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 5

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 7.500 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.487230
- Center: 39.159, 356.141
- Radius: 27.357

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Left Slip Surface Endpoint: 38.714, 328.788
- Right Slip Surface Endpoint: 61.650, 340.568
- Resisting Moment=21958.3 kN-m
- Driving Moment=14764.6 kN-m
- Total Slice Area=60.9848 m2

Method: spencer

- FS: 1.489410
- Center: 39.159, 356.141
- Radius: 27.357
- Left Slip Surface Endpoint: 38.714, 328.788
- Right Slip Surface Endpoint: 61.650, 340.568
- Resisting Moment=21990.5 kN-m
- Driving Moment=14764.6 kN-m
- Resisting Horizontal Force=718.186 kN
- Driving Horizontal Force=482.196 kN
- Total Slice Area=60.9848 m2

Slice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.48723**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.88848 4	4.0913 4	Unit Δ _limi argillosi superficiali	0	29	1.6630 9	2.47339	4.4621 3	0	4.46213
2	0.93230 2	12.513 3	Unit Δ _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	6.7150 5	9.98682	12.782 5	0	12.7825
3	0.93230 2	20.901	Unit Δ _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	11.021 7	16.3918	20.980 6	0	20.9806
4	0.93230 2	28.691 7	Unit Δ _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	14.870 4	22.1157	28.306 9	0	28.3069
5	0.93230 2	35.880 4	Unit Δ _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.279 2	27.1854	34.795 7	0	34.7957
6	0.93230 2	42.464	Unit Δ _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.265 6	31.6269	40.480 6	0	40.4806

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

7	0.93230 2	48.672 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	23.960 2	35.6343	45.609 9	0	45.6099
8	0.93230 2	54.394 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	26.319 8	39.1436	50.101 5	0	50.1015
9	0.93230 2	59.470 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.279 9	42.0587	53.832 7	0	53.8327
10	0.93230 2	64.131 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.964 5	44.5641	57.039 5	0	57.0395
11	0.93230 2	68.824 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.587 1	46.9773	60.128 2	0	60.1282
12	0.93230 2	71.334 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.145 8	47.8082	61.191 7	0	61.1917
13	0.93230 2	72.376	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.008 9	47.6046	60.931 1	0	60.9311
14	0.93230 2	72.637 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.508 7	46.8607	59.978 9	0	59.9789
15	0.93230 2	72.076 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.643 7	45.5743	58.332 4	0	58.3324
16	0.93230 2	70.641 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.411	43.7409	55.985 7	0	55.9857
17	0.93230 2	68.272 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.805 9	41.3537	52.930 3	0	52.9303
18	0.93230 2	64.838 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.799 2	38.3694	49.110 6	0	49.1106
19	0.93230 2	58.974 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.889 5	34.042	43.571 8	0	43.5718
20	0.93230 2	52.645 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.892 8	29.5851	37.867 1	0	37.8671
21	0.93230 2	45.708 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.774 4	24.9474	31.931 2	0	31.9312

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

22	0.93230 2	37.253 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.237 3	19.6869	25.198	0	25.198
23	0.93230 2	27.049 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	9.2692 5	13.7855	17.644 6	0	17.6446
24	0.93230 2	14.784 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	4.8597 5	7.22756	9.2508 9	0	9.25089
25	0.60438 3	2.6225 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	1.0334 4	1.53697	2.7727 7	0	2.77277

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.48941**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.88848 4	4.0913 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	2.02682	3.01876	5.4459 8	0	5.44598
2	0.93230 2	12.513 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	8.82974	13.1511	16.832 5	0	16.8325
3	0.93230 2	20.901	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	14.0876	20.9822	26.856	0	26.856
4	0.93230 2	28.691 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.4926	27.543	35.253 4	0	35.2534
5	0.93230 2	35.880 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.1345	32.9673	42.196 2	0	42.1962
6	0.93230 2	42.464	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.0922	37.3725	47.834 6	0	47.8346
7	0.93230 2	48.672 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.5657	41.0566	52.550 1	0	52.5501
8	0.93230 2	54.394 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.5405	43.9979	56.314 6	0	56.3146
9	0.93230 2	59.470 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.9793	46.1409	59.057 7	0	59.0577

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

10	0.93230 2	64.131 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.0505	47.7364	61.099 8	0	61.0998
11	0.93230 2	68.824 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	33.0002	49.1509	62.910 3	0	62.9103
12	0.93230 2	71.334 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	32.8117	48.8701	62.550 9	0	62.5509
13	0.93230 2	72.376	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	31.9275	47.5532	60.865 3	0	60.8653
14	0.93230 2	72.637 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	30.7173	45.7506	58.558 1	0	58.5581
15	0.93230 2	72.076 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	29.2008	43.492	55.667 3	0	55.6673
16	0.93230 2	70.641 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	27.3958	40.8036	52.226 3	0	52.2263
17	0.93230 2	68.272 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	25.3181	37.7091	48.265 5	0	48.2655
18	0.93230 2	64.838 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.9616	34.1993	43.773	0	43.773
19	0.93230 2	58.974 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.911	29.6556	37.957 4	0	37.9574
20	0.93230 2	52.645 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	16.9104	25.1865	32.237 3	0	32.2373
21	0.93230 2	45.708 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.9331	20.7521	26.561 5	0	26.5615
22	0.93230 2	37.253 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	10.742	15.9992	20.478 1	0	20.4781
23	0.93230 2	27.049 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	7.34814	10.9444	14.008 2	0	14.0082
24	0.93230 2	14.784 3	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	3.76381	5.60586	7.1751 8	0	7.17518

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

25	0.60438 3	2.6225 3	Unit Δ _limi argillosi superficiali	0	29	0.86852 5	1.29359	2.3337	0	2.3337
----	--------------	-------------	--	---	----	--------------	---------	--------	---	--------

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.48723**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	38.714	328.788	0	0	0
2	39.6025	328.788	1.21788	0	0
3	40.5348	328.819	6.28465	0	0
4	41.4671	328.882	13.9088	0	0
5	42.3994	328.977	23.2549	0	0
6	43.3317	329.105	33.5753	0	0
7	44.264	329.265	44.2035	0	0
8	45.1963	329.459	54.5974	0	0
9	46.1286	329.687	64.2401	0	0
10	47.0609	329.951	72.644	0	0
11	47.9932	330.25	79.4117	0	0
12	48.9256	330.587	84.2143	0	0
13	49.8579	330.963	86.6335	0	0
14	50.7902	331.38	86.4728	0	0
15	51.7225	331.84	83.6548	0	0
16	52.6548	332.345	78.1775	0	0
17	53.5871	332.899	70.1227	0	0
18	54.5194	333.504	59.6684	0	0
19	55.4517	334.166	47.1165	0	0
20	56.384	334.888	33.2138	0	0
21	57.3163	335.679	18.4723	0	0
22	58.2486	336.546	3.52787	0	0
23	59.1809	337.5	-10.5256	0	0
24	60.1132	338.554	-22.2065	0	0
25	61.0455	339.729	-29.4813	0	0
26	61.6499	340.568	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.48941**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	38.714	328.788	0	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	39.6025	328.788	1.5427	0.898751	30.2244
3	40.5348	328.819	8.46208	4.92988	30.2244
4	41.4671	328.882	18.586	10.8279	30.2244
5	42.3994	328.977	30.664	17.8644	30.2245
6	43.3317	329.105	43.6538	25.4321	30.2245
7	44.264	329.265	56.6917	33.0277	30.2244
8	45.1963	329.459	69.126	40.2717	30.2244
9	46.1286	329.687	80.381	46.8287	30.2244
10	47.0609	329.951	89.9554	52.4066	30.2244
11	47.9932	330.25	97.4834	56.7923	30.2244
12	48.9256	330.587	102.699	59.8311	30.2245
13	49.8579	330.963	105.263	61.3245	30.2244
14	50.7902	331.38	105.088	61.2228	30.2245
15	51.7225	331.84	102.22	59.5517	30.2244
16	52.6548	332.345	96.777	56.3807	30.2244
17	53.5871	332.899	88.9564	51.8246	30.2244
18	54.5194	333.504	79.0371	46.0458	30.2244
19	55.4517	334.166	67.399	39.2656	30.2244
20	56.384	334.888	54.8033	31.9276	30.2245
21	57.3163	335.679	41.7555	24.3261	30.2244
22	58.2486	336.546	28.836	16.7994	30.2244
23	59.1809	337.5	16.9722	9.88777	30.2245
24	60.1132	338.554	7.34538	4.2793	30.2244
25	61.0455	339.729	1.49284	0.869704	30.2244
26	61.6499	340.568	0	0	0

SEZIONE 6 CONDIZIONE STATICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez6.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4






Loading

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 24
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Unit ¹ _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit ¹ _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit ¹ _limi argillosi superficiali
Color					
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Unit Weight [kN/m ³]	18	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	3.5	85.71		0	0
Friction Angle [deg]	29.25	36.72		32	23.91
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 2

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 10.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
-----------------	-----------------------	-----------------------------

Support 3

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Bond length: 10.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.247790
- Center: 77.780, 356.913
- Radius: 36.268
- Left Slip Surface Endpoint: 77.215, 320.649
- Right Slip Surface Endpoint: 104.275, 332.146
- Resisting Moment=29004.1 kN-m
- Driving Moment=23244.4 kN-m
- Total Slice Area=90.6839 m²

Method: spencer

- FS: 1.255730
- Center: 77.780, 356.913
- Radius: 36.268
- Left Slip Surface Endpoint: 77.215, 320.649
- Right Slip Surface Endpoint: 104.275, 332.146
- Resisting Moment=29188.6 kN-m
- Driving Moment=23244.4 kN-m
- Resisting Horizontal Force=736.507 kN
- Driving Horizontal Force=586.519 kN
- Total Slice Area=90.6839 m²

Slice Data

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.24779**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1742	9.18335	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	3.9154	4.8856	7.81859	0	7.81859
2	1.1742	27.1034	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	11.3715	14.1892	22.7075	0	22.7075
3	1.1742	44.1286	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	18.223	22.7385	36.3892	0	36.3892
4	1.1742	60.2547	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	24.4943	30.5637	48.9121	0	48.9121
5	1.1742	74.5899	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	32	29.8515	37.2484	59.61	0	59.61
6	1.04752	74.0624	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	23.748	29.6325	66.8382	0	66.8382
7	1.04752	76.7147	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	24.3511	30.385	68.5354	0	68.5354
8	1.04752	79.1154	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	24.8588	31.0186	69.9645	0	69.9645
9	1.04752	82.7511	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	25.7353	32.1123	72.4314	0	72.4314
10	1.04752	88.1991	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	27.1457	33.8721	76.4008	0	76.4008
11	1.04752	92.1431	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	28.0615	35.0148	78.9781	0	78.9781
12	1.04752	93.126	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	28.057	35.0093	78.9659	0	78.9659
13	1.04752	93.3337	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	23.91	27.8119	34.7034	78.2759	0	78.2759

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

14	1.0475 2	93.420 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	27.525 5	34.346	77.469 7	0	77.4697
15	1.0475 2	93.603 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	27.261	34.016	76.725 3	0	76.7253
16	1.0475 2	93.153 6	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	26.806 5	33.4489	75.446 1	0	75.4461
17	1.0475 2	91.893 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	26.117	32.5885	73.505 4	0	73.5054
18	1.0475 2	88.545 2	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	24.841	30.9964	69.914 4	0	69.9144
19	1.0475 2	82.832 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	22.924 9	28.6054	64.521 3	0	64.5213
20	1.0475 2	76.637 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	20.909 2	26.0903	58.848 5	0	58.8485
21	1.0475 2	69.539 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	18.687 8	23.3184	52.596 2	0	52.5962
22	1.1072 2	63.490 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	20.521 1	25.606	40.978 2	0	40.9782
23	1.1072 2	50.523 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	15.946 9	19.8984	31.844 1	0	31.8441
24	1.1072 2	33.381 5	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	10.268 7	12.8132	20.505 5	0	20.5055
25	1.1072 2	11.997	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	3.5878 7	4.47691	7.1645 8	0	7.16458

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.25573**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.1742	9.1833 5	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	4.7864	6.01042	9.6187 2	0	9.61872

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	1.1742	27.103 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	13.662 6	17.1565	27.456 2	0	27.4562
3	1.1742	44.128 6	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	21.531 5	27.0377	43.269 3	0	43.2693
4	1.1742	60.254 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	28.475 8	35.7579	57.224 6	0	57.2246
5	1.1742	74.589 9	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	34.161 2	42.8972	68.649 9	0	68.6499
6	1.0475 2	74.062 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	25.363 6	31.8498	71.839 2	0	71.8392
7	1.0475 2	76.714 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	25.689 4	32.259	72.762 4	0	72.7624
8	1.0475 2	79.115 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	25.908	32.5335	73.381 5	0	73.3815
9	1.0475 2	82.751 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	26.500 4	33.2773	75.059 1	0	75.0591
10	1.0475 2	88.199 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	27.620 3	34.6836	78.231 2	0	78.2312
11	1.0475 2	92.143 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	28.214 3	35.4296	79.913 7	0	79.9137
12	1.0475 2	93.126	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	27.877 3	35.0063	78.959	0	78.959
13	1.0475 2	93.333 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	27.308	34.2915	77.346 8	0	77.3468
14	1.0475 2	93.420 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	26.707 8	33.5378	75.646 6	0	75.6466
15	1.0475 2	93.603 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	26.137 7	32.8219	74.032	0	74.032
16	1.0475 2	93.153 6	UnitI_limi argillosi superficiali	0	23.91	25.395 5	31.8899	71.929 7	0	71.9297

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

17	1.0475 2	91.893 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	24.444 7	30.6959	69.236 6	0	69.2366
18	1.0475 2	88.545 2	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	22.967 5	28.841	65.052 8	0	65.0528
19	1.0475 2	82.832 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	20.934 4	26.288	59.294 2	0	59.2942
20	1.0475 2	76.637 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	18.854 3	23.6759	53.402 5	0	53.4025
21	1.0475 2	69.539 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	23.91	16.635 5	20.8897	47.118 2	0	47.1182
22	1.1072 2	63.490 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	18.845 5	23.6649	37.871 8	0	37.8718
23	1.1072 2	50.523 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	14.433 5	18.1246	29.005 5	0	29.0055
24	1.1072 2	33.381 5	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	9.1561 1	11.4976	18.4	0	18.4
25	1.1072 2	11.997	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	32	3.282	4.12131	6.5954 7	0	6.59547

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.24779**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	77.2148	320.649	0	0	0
2	78.389	320.65	4.58785	0	0
3	79.5632	320.689	17.0485	0	0
4	80.7374	320.766	35.6282	0	0
5	81.9116	320.881	58.7233	0	0
6	83.0858	321.035	84.558	0	0
7	84.1333	321.206	98.0093	0	0
8	85.1808	321.408	109.629	0	0
9	86.2283	321.643	119.234	0	0
10	87.2759	321.91	126.794	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

11	88.3234	322.211	132.197	0	0
12	89.3709	322.547	135.053	0	0
13	90.4184	322.918	135.099	0	0
14	91.4659	323.326	132.268	0	0
15	92.5135	323.772	126.514	0	0
16	93.561	324.258	117.771	0	0
17	94.6085	324.785	106.044	0	0
18	95.656	325.356	91.4182	0	0
19	96.7036	325.973	74.2932	0	0
20	97.7511	326.639	55.3422	0	0
21	98.7986	327.356	34.9934	0	0
22	99.8461	328.13	13.8631	0	0
23	100.953	329.014	0.352183	0	0
24	102.061	329.972	-12.5159	0	0
25	103.168	331.012	-22.4967	0	0
26	104.275	332.146	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.25573**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	77.2148	320.649	0	0	0
2	78.389	320.65	5.62287	2.16957	21.099
3	79.5632	320.689	20.6287	7.95953	21.099
4	80.7374	320.766	42.6256	16.447	21.099
5	81.9116	320.881	69.5192	26.8238	21.099
6	83.0858	321.035	99.1201	38.2453	21.099
7	84.1333	321.206	113.477	43.7851	21.0991
8	85.1808	321.408	125.712	48.5057	21.099
9	86.2283	321.643	135.684	52.3532	21.0989
10	87.2759	321.91	143.413	55.3357	21.099
11	88.3234	322.211	148.836	57.428	21.099
12	89.3709	322.547	151.614	58.4999	21.099
13	90.4184	322.918	151.55	58.4752	21.099
14	91.4659	323.326	148.644	57.3541	21.099
15	92.5135	323.772	142.919	55.1452	21.0991
16	93.561	324.258	134.38	51.8502	21.099
17	94.6085	324.785	123.099	47.4976	21.099
18	95.656	325.356	109.226	42.1445	21.0989
19	96.7036	325.973	93.2005	35.9612	21.099
20	97.7511	326.639	75.7019	29.2094	21.099
21	98.7986	327.356	57.1615	22.0557	21.0991
22	99.8461	328.13	38.1661	14.7263	21.099

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

23	100.953	329.014	25.6005	9.8779	21.099
24	102.061	329.972	13.819	5.33203	21.099
25	103.168	331.012	4.82467	1.86159	21.099
26	104.275	332.146	0	0	0

SEZIONE 6 CONDIZIONE SISMICA-TABULATI DI CALCOLO

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

- File Name: Sez6seismic.slim
- Slide Modeler Version: 6.039
- Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
- Date Created: 26/11/2019, 17:28:32

General Settings

- Units of Measurement: Metric Units
- Time Units: days
- Permeability Units: meters/second
- Failure Direction: Right to Left
- Data Output: Standard
- Maximum Material Properties: 20
- Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

- Bishop simplified
- Spencer

- Number of slices: 25
- Tolerance: 0.005
- Maximum number of iterations: 50
- Check malpha < 0.2: Yes
- Initial trial value of FS: 1
- Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Groundwater Method: Water Surfaces
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
- Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

- Pseudo-random Seed: 10116
- Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

- Surface Type: Circular
- Search Method: Grid Search
- Radius Increment: 10
- Composite Surfaces: Disabled
- Reverse Curvature: Invalid Surfaces
- Minimum Elevation: Not Defined
- Minimum Depth: 4





Loading

- Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.063
- Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.031
- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

- Distribution: Constant
- Magnitude [kPa]: 12
- Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Pacchetto stradale	Unit [†] _Calcari marnosi	Calcestruzzo	Unit [†] _Ghiaie e sabbie alluvionali	Unit [†] _limi argillosi superficiali
Color					

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18	27	25	20	16
Cohesion [kPa]	5	120		0	0
Friction Angle [deg]	35	43		38	29
Water Surface	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0

Support Properties

Support 1

- Support Type: Micro-Pile
- Force Application: Active
- Out-of-Plane Spacing: 0.5 m
- Pile Shear Strength: 884 kN
- Force Direction: Parallel to Surface

Support 2

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 10.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 415 kN
- Plate Capacity: 415 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
- and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.16 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Support 3

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

- Support Type: Grouted Tieback (with friction)
- Force Application: Active
- Bond length: 10.000 m
- Out-of-Plane Spacing: 3 m
- Tensile Capacity: 550 kN
- Plate Capacity: 550 kN
- Default Pullout Strength Adhesion: 300 kPa
- Default Pullout Strength Friction Angle: 0 degrees
and Material Dependent
- Shear Strength Model: Linear
- Grout Diameter: 0.18 m

Pullout Strength Dependency:

Material	Adhesion (kPa)	Friction Angle (deg)
----------	----------------	----------------------

Global Minimums

Method: bishop simplified

- FS: 1.288080
- Center: 73.950, 364.294
- Radius: 44.242
- Left Slip Surface Endpoint: 76.423, 320.121
- Right Slip Surface Endpoint: 104.349, 332.150
- Resisting Moment=40615.7 kN-m
- Driving Moment=31531.9 kN-m
- Total Slice Area=87.0741 m²

Method: spencer

- FS: 1.301700
- Center: 73.950, 364.294
- Radius: 44.242
- Left Slip Surface Endpoint: 76.423, 320.121
- Right Slip Surface Endpoint: 104.349, 332.150
- Resisting Moment=41044.9 kN-m
- Driving Moment=31531.9 kN-m
- Resisting Horizontal Force=850.368 kN
- Driving Horizontal Force=653.277 kN
- Total Slice Area=87.0741 m²

Slice Data

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.28808**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.09684	7.1967	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	3.70288	4.76961	6.10483	0	6.10483
2	1.09684	21.2888	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	10.7965	13.9067	17.7998	0	17.7998
3	1.09684	34.7764	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	17.3853	22.3937	28.6626	0	28.6626
4	1.09684	47.6545	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	23.4859	30.2517	38.7204	0	38.7204
5	1.09684	59.9171	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	29.1124	37.4991	47.9966	0	47.9966
6	1.09684	70.8457	Unit ρ _Ghiaie e sabbie alluvionali	0	38	33.9369	43.7135	55.9508	0	55.9508
7	1.1505	81.1347	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	26.8361	34.5671	62.3606	0	62.3606
8	1.1505	83.182	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	27.2121	35.0514	63.2343	0	63.2343
9	1.1505	84.9183	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	27.4732	35.3877	63.8411	0	63.8411
10	1.1505	89.1554	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	28.5217	36.7382	66.2775	0	66.2775
11	1.1505	94.3532	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	29.8425	38.4395	69.3467	0	69.3467
12	1.1505	96.8835	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	30.2898	39.0157	70.3861	0	70.3861
13	1.1505	96.6014	Unit ρ _limi argillosi superficiali	0	29	29.847	38.4453	69.3572	0	69.3572

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

14	1.1505	96.257 1	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	29.383 7	37.8486	68.280 6	0	68.2806
15	1.1505	95.995 7	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	28.943 5	37.2815	67.257 5	0	67.2575
16	1.1505	95.414 5	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	28.404 3	36.587	66.004 7	0	66.0047
17	1.1505	93.874 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	27.581 3	35.5269	64.092 2	0	64.0922
18	1.1505	89.870 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	26.048 1	33.552	60.529 3	0	60.5293
19	1.1505	83.223 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	23.782 7	30.634	55.265 3	0	55.2653
20	1.1505	76.043 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	21.412 3	27.5807	49.756 9	0	49.7569
21	1.0475 4	61.307 1	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	24.024 1	30.945	39.607 7	0	39.6077
22	1.0475 4	51.908 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	19.958 5	25.7082	32.905	0	32.905
23	1.0475 4	41.154 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	15.511 5	19.9801	25.573 4	0	25.5734
24	1.0475 4	26.930 7	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	9.9394 4	12.8028	16.386 9	0	16.3869
25	1.0475 4	9.5386 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	3.4428 7	4.43469	5.6761 4	0	5.67614

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.3017**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	1.0968 4	7.1967	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	4.7056 3	6.12532	7.8400 5	0	7.84005

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

2	1.0968 4	21.288 8	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.475 9	17.5416	22.452 2	0	22.4522
3	1.0968 4	34.776 4	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	21.323 3	27.7565	35.526 7	0	35.5267
4	1.0968 4	47.654 5	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	28.317	36.8603	47.178 9	0	47.1789
5	1.0968 4	59.917 1	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	34.518 6	44.9328	57.511 4	0	57.5114
6	1.0968 4	70.845 7	UnitP_Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	39.584 9	51.5276	65.952 4	0	65.9524
7	1.1505	81.134 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.350 5	36.9038	66.576 2	0	66.5762
8	1.1505	83.182	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.323 7	36.869	66.513 4	0	66.5134
9	1.1505	84.918 3	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.178 5	36.6799	66.172 3	0	66.1723
10	1.1505	89.155 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.831 4	37.5298	67.705 6	0	67.7056
11	1.1505	94.353 2	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	29.734 5	38.7054	69.826 4	0	69.8264
12	1.1505	96.883 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	29.750 9	38.7267	69.864 8	0	69.8648
13	1.1505	96.601 4	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.901 1	37.6206	67.869 4	0	67.8694
14	1.1505	96.257 1	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	28.051 4	36.5145	65.874	0	65.874
15	1.1505	95.995 7	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	27.242 5	35.4615	63.974 4	0	63.9744
16	1.1505	95.414 5	UnitI_limi argillosi superficiali	0	29	26.359 3	34.3119	61.900 3	0	61.9003

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

17	1.1505	93.874 9	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	25.235 6	32.8492	59.261 5	0	59.2615
18	1.1505	89.870 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	23.496 9	30.5859	55.178 5	0	55.1785
19	1.1505	83.223 8	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	21.15	27.531	49.667 2	0	49.6672
20	1.1505	76.043 4	Unit \uparrow _limi argillosi superficiali	0	29	18.771 4	24.4347	44.081 3	0	44.0813
21	1.0475 4	61.307 1	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	22.171 8	28.861	36.940 3	0	36.9403
22	1.0475 4	51.908 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	18.161 6	23.641	30.259 1	0	30.2591
23	1.0475 4	41.154 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	13.915 6	18.1139	23.184 8	0	23.1848
24	1.0475 4	26.930 7	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	8.7894 3	11.4412	14.644 2	0	14.6442
25	1.0475 4	9.5386 3	Unit \uparrow _Ghiai e e sabbie alluvionali	0	38	3.0088 9	3.91667	5.0131 1	0	5.01311

Interslice Data

• **Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.28808**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	76.4228	320.121	0	0	0
2	77.5197	320.196	3.14254	0	0
3	78.6165	320.299	11.7971	0	0
4	79.7134	320.429	24.9094	0	0
5	80.8102	320.587	41.4999	0	0
6	81.907	320.774	60.6576	0	0
7	83.0039	320.989	81.3286	0	0
8	84.1544	321.245	91.0369	0	0
9	85.3049	321.534	98.7699	0	0
10	86.4554	321.857	104.402	0	0

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

11	87.6059	322.213	107.939	0	0
12	88.7564	322.604	109.16	0	0
13	89.9068	323.03	107.812	0	0
14	91.0573	323.494	103.854	0	0
15	92.2078	323.995	97.2793	0	0
16	93.3583	324.537	88.0648	0	0
17	94.5088	325.119	76.2234	0	0
18	95.6593	325.745	61.8845	0	0
19	96.8098	326.416	45.527	0	0
20	97.9603	327.135	27.8821	0	0
21	99.1108	327.904	9.41144	0	0
22	100.158	328.651	1.08251	0	0
23	101.206	329.445	-7.46045	0	0
24	102.253	330.291	-15.4502	0	0
25	103.301	331.191	-21.5013	0	0
26	104.349	332.15	0	0	0

• **Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 1.3017**

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	76.4228	320.121	0	0	0
2	77.5197	320.196	4.13895	2.06701	26.5377
3	78.6165	320.299	15.3326	7.65714	26.5377
4	79.7134	320.429	31.9932	15.9775	26.5377
5	80.8102	320.587	52.7091	26.3231	26.5377
6	81.907	320.774	76.2245	38.0668	26.5377
7	83.0039	320.989	101.172	50.5258	26.5378
8	84.1544	321.245	111.72	55.7935	26.5378
9	85.3049	321.534	119.964	59.9103	26.5376
10	86.4554	321.857	125.835	62.8426	26.5378
11	87.6059	322.213	129.404	64.6249	26.5377
12	88.7564	322.604	130.505	65.1746	26.5377
13	89.9068	323.03	128.951	64.3988	26.5378
14	91.0573	323.494	124.782	62.3167	26.5378
15	92.2078	323.995	118.065	58.962	26.5377
16	93.3583	324.537	108.849	54.3595	26.5377
17	94.5088	325.119	97.219	48.5515	26.5377
18	95.6593	325.745	83.3706	41.6356	26.5377
19	96.8098	326.416	67.8241	33.8716	26.5377
20	97.9603	327.135	51.3143	25.6265	26.5377
21	99.1108	327.904	34.2965	17.1278	26.5377
22	100.158	328.651	26.1528	13.0608	26.5377

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA L'AUTOSTRADA A4 E LA
VALTROMPIA
PREDISPOSIZIONE COLLEGAMENTO CONCESIO – LUMEZZANE
AD UNICA CARREGGIATA
1° LOTTO FUNZIONALE**

PERIZIA DI VARIANTE TECNICA LUMEZZANE

23	101.206	329.445	17.9391	8.95886	26.5377
24	102.253	330.291	10.3809	5.18428	26.5378
25	103.301	331.191	4.74711	2.37072	26.5377
26	104.349	332.15	0	0	0