

S.S. N. 9 "VIA EMILIA"

VARIANTE DI CASALPUSTERLENGO ED ELIMINAZIONE PASSAGGIO A LIVELLO SULLA S.P. EX S.S. N.234

PROGETTO ESECUTIVO

 Ing. Renato Vaira <small>(Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)</small>	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</small>	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo <small>Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</small>	INTEGRAZIONE PRESTAZIONI	PROGETTISTA	
			Ing. Renato Del Prete	Ing. Valerio Bajetti <small>(I.T. S.r.l.)</small>	
 Ing. Valerio Bajetti <small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</small>	SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</small>	 E&G Engineering & Graphics S.r.l. Ing. Gabriele Incecchi <small>Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</small>	PROGETTAZIONE STRADALE	PROGETTAZIONE IDRAULICA	
			Ing. Gaetano Ranieri <small>(Ga&M S.r.l.)</small>	Ing. Fabrizio Bajetti <small>(I.T. S.r.l.)</small>	
  Prof. Ing. Matteo Ranieri <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</small>	ECOPLAN Arch. Nicoletta Frattini <small>Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</small>	ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Ing. Gioacchino Angarano <small>Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</small>	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI	
			Ing. Renato Vaira <small>(Studio Corona S.r.l.)</small>	Ing. Nicola Ligas <small>(I.T. S.r.l.)</small>	
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  Dott. Ing. Fabrizio CARDONE	IL RESPONSABILE DELLA INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  Ing. Renato DEL PRETE	PROGETTISTA  Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO  Dott. Danilo GALLO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  Ing. Gaetano RANIERI	
					COMPUTI
GEOLOGIA	GEOTECNICA	AMBIENTE	SICUREZZA	Dott. Danilo Gallo	Ing. Gianfranco Sodero <small>(Studio Corona S.r.l.)</small>

BA01

B - GEOLOGIA E GEOTECNICA

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> COMI E 1701 </div>	NOME FILE BA01-T00GE00GEORE01_B.dwg CODICE ELAB. T 0 0 G E 0 0 G E O R E 0 1	REVISIONE <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; text-align: center; margin: 0 auto;">B</div>	SCALA: -----
D			
C			
B	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	GIUGNO 2018	GEOLOGO: DANIL GALLO PROF. ING. LUIGI MONTERISI
A	EMISSIONE	DICEMBRE 2017	GEOLOGO: DANIL GALLO PROF. ING. LUIGI MONTERISI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO E SINTESI DELLE INDAGINI PREESISTENTI...	3
3	CAMPAGNA INDAGINI 2016	9
3.1	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	10
3.2	POZZETTI ESPLORATIVI E PROVE CARICO SU PIASTRA	15
3.3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN SITO E ANALISI SU CAMPIONI.....	17
3.4	INDAGINI GEOFISICHE	20
3.5	PROVE DI PERMEABILITA'	22
4	MODELLI GEOLOGICO-TECNICI DI RIFERIMENTO PER LE OPERE MAGGIORI.....	25
4.1	TRATTO 1 - progr.: 0 + 000 – 0 + 792	27
4.2	TRATTO 2 - progr.: 0 + 792 – 1 + 592	29
4.3	TRATTO 3 - progr.: 1 + 592 – 2 + 367	32
4.4	TRATTO 4 - progr.: 2 + 367– 3 + 165	35
4.5	TRATTO 5 - progr.: 3 + 165 – 3 + 947	37
4.6	TRATTO 6 - progr.: 3 + 947 – 4 + 717	41
4.7	TRATTO 7 - progr.: 4 + 717 – 5 + 522	43
4.8	TRATTO 8 - progr.: 5 + 522 – 6 + 303	45
4.9	TRATTO 9 - progr.: 6 + 303 – 7 + 114	47
4.10	TRATTO 10 - progr.: 7 + 114 – 7 + 891.....	49
4.11	TRATTO 11 - progr.: 7 + 891 – 8 + 191.....	52
5	SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.....	54

1 PREMESSA

Nell'ambito della progettazione esecutiva per la "Variante di Casalpusterlengo ed eliminazione passaggio a livello sulla SP ex S.S. N. 234" è stato eseguito uno studio geologico comprensivo di indagini geognostiche, per approfondire il quadro conoscitivo ricostruito in fase di progettazione definitiva. Nello specifico sono stati effettuati:

- n.18 penetrometrie statiche con piezocono e sismocono, spinte a rifiuto strumentale (profondità massima raggiunta 23 m da p.c.);
- n. 8 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati, ed installazione di tubazioni per esecuzione di prove Down Hole e piezometri a tubo aperto, spinti fino alla profondità massima di 40 m da p.c.;
- prelievo di n. 18 campioni indisturbati su cui sono state eseguite prove di laboratorio geotecnico;
- prelievo di n. 28 campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite prove di laboratorio geotecnico;
- n. 6 prospezioni geofisiche Down Hole a 30/40 m da p.c.;
- n. 22 pozzetti esplorativi con esecuzione di prove da carico con piastra e prelievo campioni per prove di classificazione;
- rilievo topografico con GPS di tutti i punti di indagine.

Prima di analizzare i nuovi dati acquisiti, di seguito si riporta un riepilogo sintetico di quanto già documentato nella relazione geologica del progetto definitivo, in modo da definire un quadro complessivo dei caratteri geologici dell'area sulla base di tutti gli elementi attualmente a disposizione.

A corredo dello studio sono state inoltre redatti i seguenti elaborati grafici:

ELABORATO	SCALA	TITOLO
Planimetria dell'ubicazione delle indagini (n. 5 tavole)	1:2000	T00GE00GEOPU01-05
Carta geologica generale (n. 2 tavole)	1:5000	T00GE00GEOCG01-02
Carta litologica (n. 5 tavole)	1:2000	T00GE00GEOCG03-07
Carta geomorfologica generale (n.5 tavole)	1:2000	T00GE00GEOCG08-12
Carta rischio/pericolosità geomorfologica (n. 2 tavole)	1:5000	T00GE00GEOCG13-14
Carta Idrogeologica (n. 5 tavole)	1:2000	T00GE00GEOCI01-05
Profili geologici (n. 13 tavole)	1:1000/1:100	P00GE00GEOFP01-13
Sezioni geologico-tecniche di dettaglio (n. 4 tavole)	1/200	P00GE00GEO SZ01-13

2 QUADRO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO E SINTESI DELLE INDAGINI PREESISTENTI

Durante le precedenti fasi di progettazione sono state eseguite tre campagne geognostiche rispettivamente negli anni 1997, 2007 e 2011.

La prima è consistita nell'esecuzione di n° 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati S1_97-...- S7_97) con prove SPT in foro ed installazione di piezometri e n° 5 prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT. Nello studio geologico a corredo del progetto definitivo sono inoltre menzionati altri 2 sondaggi relativi a tale campagna, S1 bis e S2 bis, forniti dalla Provincia di Lodi, dei quali non è tuttavia presente alcuna documentazione grafica). Durante la seconda campagna, svoltasi nell'estate 2007, sono stati eseguiti ulteriori n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (denominati S1_07, S3_07, S4_07 e S5_07) con prove SPT in foro. La campagna è stata completata con l'esecuzione di n° 6 prove statiche CPT con punta meccanica. Infine, nel 2011, sono state effettuate alcune prospezioni geofisiche (n° 4 profili MASW, n° 3 acquisizioni HVSR) e sono stati installati altri n° 2 piezometri (Pz1_11 e Pz2_11).

In nessuna delle tre campagne sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio. L'ubicazione di tutte le indagini è riportata nelle tavole T00GE00GEOPU01A - T00GE00GEOPU02A - T00GE00GEOPU03A - T00GE00GEOPU04A - T00GE00GEOPU05A: quaderni di campagna, risultati e certificati di prova fotografica sono riportati negli elaborati T00GE00GEORE02A "Documentazione indagini geognostiche pre-esistenti" e T00GE00GEORE03A "Documentazione indagini geofisiche pre-esistenti".

Sulla base delle informazioni così acquisite, lo studio geologico redatto in fase di progettazione definitiva ha evidenziato quanto segue:

1. L'area di progetto è individuata ad Est del Comune di Casalpusterlengo, nella provincia di Lodi: essa è contraddistinta da un assetto sub-pianeggiante in cui non sono presenti elementi morfologici evidenti a meno del reticolo fluviale naturale e di una fitta rete di canalizzazioni antropiche a servizio dei centri urbani e delle attività agricole; localmente si rilevano dei "terrazzi antichi" strutturalmente più elevati di pochi metri rispetto alla quota media della pianura;
2. I terreni affioranti al di sotto di un esiguo spessore di terreno vegetale (20-60 cm) corrispondono a depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi. Nell'area in esame sono state cartografate 3 unità geologiche tutte riferibili a depositi alluvionali di età quaternaria, in ordine cronologico si tratta di:
 - Alluvioni attuali e recenti: riferibili agli alvei dei corsi d'acqua principali, Roggia Brembiolo e Roggia Guardalobbia;
 - Alluvioni fluviali e fluvioglaciali prevalentemente sabbiose: costituiscono il Livello fondamentale della Pianura e caratterizzano gran parte dell'area in esame. All'interno di questa formazione si osserva una notevole variabilità granulometrica con prevalenza di termini sabbiosi e sabbiosi-limosi;
 - Alluvioni antiche fluvioglaciali e fluviali: affiorano in corrispondenza dei modesti rilievi residuali dei "Terrazzi antichi" e di due aree di limitata estensione individuate ad Ovest dell'abitato di Zorlesco e a Sud Ovest dell'abitato di Casalpusterlengo. A questa unità sono riferiti quei depositi glaciali più antichi caratterizzati dalla presenza di sedimenti alluvionali prevalentemente argillosi e sabbioso-limosi al di sopra dei quali si possono riconoscere orizzonti ferrettizzati spessi alcuni metri;

3. I corpi sedimentari di origine fluviale sono contraddistinti da un'elevata variabilità verticale ed orizzontale delle litologie talora manifestata da brusche variazioni granulometriche a scala metrica o decametrica. Il modello geotecnico di riferimento è rappresentato, fino alla profondità di circa 20 metri dal piano campagna, da una alternanza di terreni granulari in cui le componenti sabbiose, limose e argillose variano notevolmente nello spazio rendendo difficile definire degli interfaccia continui tra i diversi livelli.

Per tale ragione e per una più immediata comprensione dell'assetto litotecnico del sottosuolo, i terreni investigati sono stati distinti in 5 tipologie sulla base dei valori di NSPT misurati in sito.

Nspt	Rp (Kg/cm ²)	Φ(°)	Es (KPa)	Dr (%)	Tipo di terreno
Da 1 a 3		22-24	2500-3000	< 30	Terreno molto sciolto – sabbia fine limosa – argilla molle e torba
Da 4 a 6	15 - 25	25	4500 - 5500	30	Terreno sciolto – sabbia fine con limo – limo sabbioso – argilla molle
Da 7 a 10		30	9000 - 12000	40 - 45	Terreno debolmente addensato
Da 11 a 25	> 40	35 - 38	9000 - 12000	50 - 55	Terreno mediamente addensato
> 25		38 - 42	25000	65 - 70	Terreno molto addensato – sabbia fine con ghiaia – sabbia debolmente cementata – sabbia media

Di seguito si riportano i principali parametri fisico meccanici desunti complessivamente dalle indagini in situ (penetrometriche) eseguite nelle campagne del 1997 e del 2007:

SONDAGGI	Profondità (m da p.c.)	Nspt	Cu (Kg/cm ²)	Φ(°)	Dr	Es (Kpa)	Rp (Kg/cm ²)
S1_97	0-5	14					
	5-8	16					
	8-20	25					
S2_97	0-5	8					
	5-12,0	14					
	12,0-15	8					
	15-20	14					
S6_97	0-7,5	14					
	7,5-12	16					
	12-15,5	25					
S3_97	0-5,5	10					
	5,5-11,5	13					
	11,5-13	3					
	13-17	14					
	17-20	27					
SONDAGGI	Profondità (m da p.c.)	Nspt	Cu (Kg/cm ²)	Φ(°)	Dr	Es (Kpa)	Rp (Kg/cm ²)
S7_97	0-2,5	7					
	2,5-11	13					
	11-14,0	8					
	14,0-16	10					

RELAZIONE GEOLOGICA

S4_97	0-5	9					
	5,0-14	15					
	14-17	13					
	17-20,5	19					
S5_97	0-8	15					
	8,0-11	4					
	11,0-14	10					
	14-17	12					
	17-20	14					
S1_BIS_PROV_LODI	0-2,5	4					
	2,5-5,5	10					
	5,5-11,5	7					
S2_BIS_PROV_LODI	0-2,5	3					
	2,5-4	9					
	4-5,5	15					
	5,5-11,5	7					
S1_07	0-4	12		30	40%	4800	
	4-13,0	15		37	50%	15000	
	13-15	20	2	35		15000	
	15-17	28		38	60%	8500	
S3_07	0-8	12		33	40%	9000-12000	
	8-16,5	30		39	70%	22500	
	17-20	23		36	50%	12000	
S4_07	0-2,5	10					
	2,5-7,5	6	0,8-1,0	32	30%	12000	
	7,5-10	10					
	10-13,0	33		38	55%	12000	
	13-20	14		38-40	60%	15000	
S5_07	0-2,5	20				17600	
	2,5-10	10-12		30-32	45-50%	7000	70-100
	10-10,8 (Torba)						
	10,8-15,5	20	1,8-2,5	36	55%	15000/17000	70-100
	15,5-20	25	2-2,5	36	70-80%	20000	80-110

4. Lungo il tracciato della strada in progetto le isopieze hanno un andamento regolare con direzione del deflusso verso sud-est. In generale, la morfologia subpianeggiante dell'area consente di osservare con maggior chiarezza l'influenza del colatore Brembiolo sull'andamento del deflusso sotterraneo. Il corso d'acqua, infatti, sviluppa un'azione drenante nei confronti delle acque della falda freatica, che si traduce in un'inflessione delle curve isopiezometriche: tale inflessione risulta più evidente in corrispondenza dell'abitato di Casalpusterlengo. Per quanto attiene il gradiente idrogeologico, si osserva una tendenza all'aumento dell'inclinazione della superficie freatica procedendo verso sud. Il valore massimo e minimo del gradiente, che si riscontrano lungo il tracciato, sono rispettivamente pari a 0,3% (nel settore compreso tra la zona della discarica di Coste Fagioli e l'abitato di Casalpusterlengo) e 0,08% (nel settore più settentrionale, a nord della frazione di Zorlesco). Secondo le misure piezometriche effettuate in sito (campagne 1997 e 2007), in accordo con le indicazioni della cartografia tematica del Piano Cave provinciale, la falda freatica si attesta ad una profondità compresa tra 2,5 e 5 m dal piano di campagna lungo tutto il settore nord del tracciato, fino all'incirca all'altezza dell'intersezione con la S.P. 234: soltanto in corrispondenza del tratto più settentrionale (fino al sovrappasso ferroviario) e del terrazzo antico di Zorlesco, la soggiacenza può superare i 5 m dal piano campagna. Nel settore meridionale, invece, i dati di campagna hanno mostrato un graduale approfondimento della falda che, in corrispondenza delle intersezioni con il Brembiolo, come discusso, risente dell'effetto drenante del colatore. Nel settore più meridionale le isopieze del Piano Cave differiscono in modo sostanziale dai dati misurati in sito, indicando valori anche di 4 m inferiori. Per tale ragione nel 2011 sono stati installati due ulteriori piezometri che hanno confermato i livelli di falda già rilevati nel 1997 e 2001. Di seguito si riportano i valori registrati durante le campagne di indagini nelle precedenti fasi di progettazione:

CAMPAGNA INDAGINI 1997							
QUOTA FALDA DA PIANO CAMPAGNA (m)							
	Piezometri da nord (sinistra) a sud(destra)						
Data	S1	S2	S6	S3	S7	S4	S5
Realizzazione sondaggio	-2.6	-4.6	-3.7	-3.1	-2.8	-4.0	-4.4
23/7/97				-4.4			
28/7/97		-4.2					
31/7/97	-3						
5/8/97							-4.3
6/8/97	-2	-4.3		-4.2			-4.3
8/8/97						-4.2	
3/9/97	-2.1	-4.4		-3		-3.9	-4.3
8/10/97	-2.6	-4.6	-3.75	-3.1	-2.8	-4.05	-4.45

CAMPAGNA INDAGINI 2007				
Sondaggio	Data	Quota (m slm)	Prof. Falda (m)	Quota Falda (m slm)
S1	05/07/2007	65.27	3.00	62.27
S3	09/07/2007	63.16	2.80	60.36
S4	13/07/2007	63.08	3.10	60.10
S5	11/07/2007	61.57	2.90	58.67
P1	30/07/2007	66.27	2.80	63.47
P2	30/07/2007	63.51	2.00	61.51
P3	27/07/2007	63.16		
P4	26/07/2007	63,08		
P5	26/07/2007	63.57		
P6	27/07/2007	61.86	2.50	59.36

5. Il territorio comunale di Casalpusterlengo è stato inserito dall' Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo del 2003, nella zona 4 della nuova classificazione sismica del territorio nazionale. Secondo quanto previsto dall'Allegato 5 della D.G.R. n°8/7374 – 2008, sulla base delle caratteristiche geologiche e morfologiche l'intero tracciato della Variante ricade in area **Z4a** ovvero "zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi" in grado di generare potenziali effetti di amplificazione sismica di tipo litologico.

In fase di analisi sismica di 2° livello è stata stimata la risposta sismica dei terreni in termini di *Fattore di amplificazione (Fa)*. Per il comune di Casalpusterlengo i valori di "soglia" riferiti all'intervallo 0.1 – 0.5 s e 0.5 – 1.5 s per le diverse categorie di suolo soggette ed amplificazioni litologiche (B, C, D e E) sono i seguenti:

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1 – 0.5 s				
Comune	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Casalpusterlengo	1.4	1.8	2.2	1.9

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5 – 1.5 s				
Comune	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Casalpusterlengo	1.7	2.4	4.1	3.0

In tutti i casi esaminati il fattore di accelerazione F_a risulta:

$$F_{a\text{Site}} < F_{a\text{Soglia}}$$

sia per l'intervallo 0.1 – 0.5 s che per l'intervallo 0.5 – 1.5 s. Pertanto, essendo il territorio comunale di Casalpusterlengo classificato come Zona Sismica 4, non risulta obbligatorio il terzo livello di approfondimento.

6. Sulla base dei risultati delle acquisizioni MASW, i terreni di fondazione dell'opera in progetto possono essere classificati nella **categoria C**: "Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori variabili di diverse decine di metri fino a centinaia di metri ($180\text{m/s} < V_s < 360\text{ m/s}$ oppure $N_{spt}=15 - 50$ $Cu=70 - 250\text{ Kpa}$.)". Solamente nel tratto centrale (Figura 1), e precisamente nella sezione sismica MASW03_11, in corrispondenza dei terreni compresi tra le opere VI03 e VI04 (tra le distanze progressive 3+242 e 3+752), i risultati delle indagini sismiche evidenziano la presenza di terreni con caratteristiche geomeccaniche più scadenti che possono essere classificati in **categoria D** "Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti" ($V_s < 180$ oppure $N_{spt} < 15$ $Cu < 70\text{Kpa}$). La velocità V_s è comunque risultata di poco inferiore (178 m/s) al limite dei 180 m/s che separa i terreni di categoria C dai terreni di categoria D.

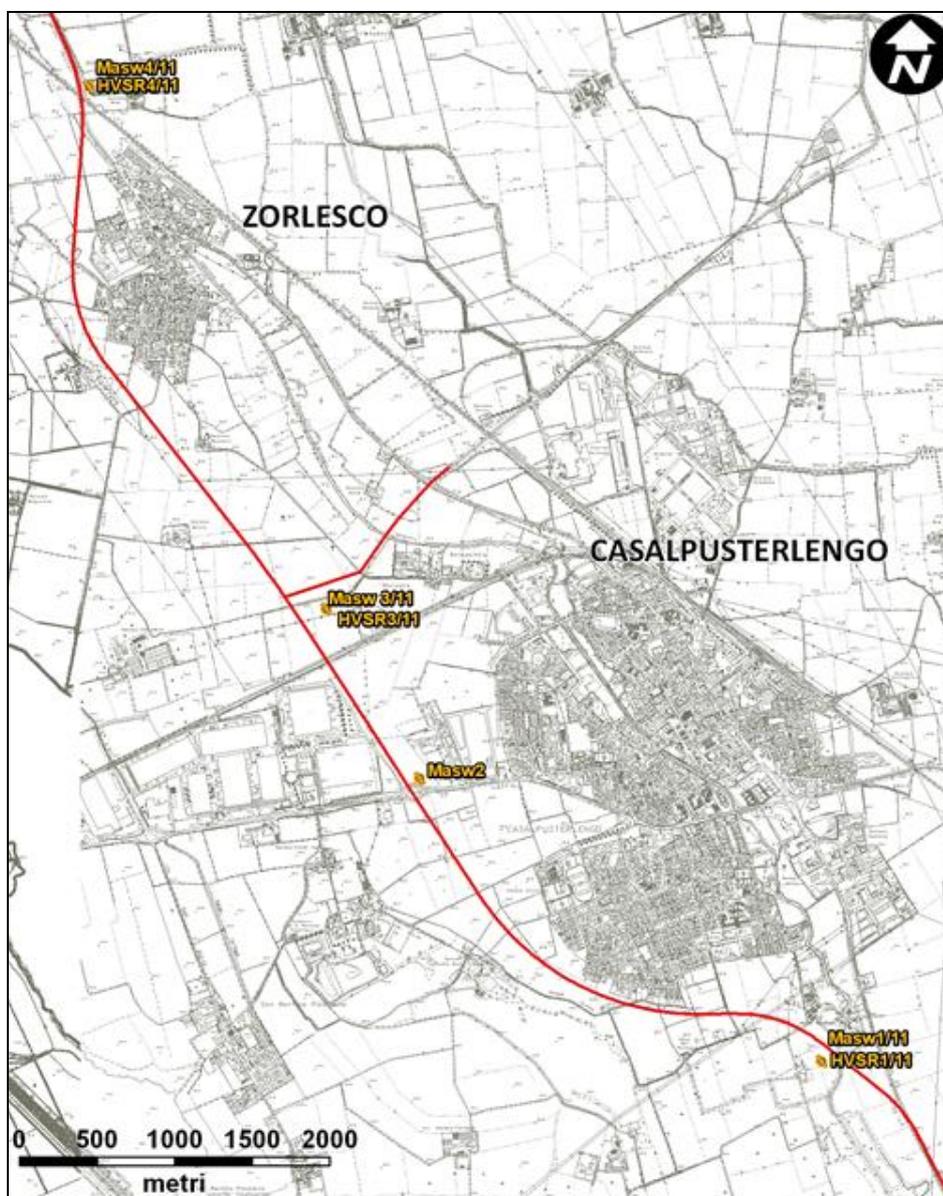


FIGURA 1: STRALCIO CARTA UBICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE PRE-ESISTENTI.

3 CAMPAGNA INDAGINI 2016

Come enunciato in premessa, nel 2016 è stata realizzata una ulteriore campagna di indagini geognostiche (Figure 2-3) i cui risultati sono discussi di seguito. Per l'ubicazione di dettaglio si rimanda agli elaborati di progetto T00GE00GEOPU01-05 "Planimetria dell'ubicazione delle indagini".

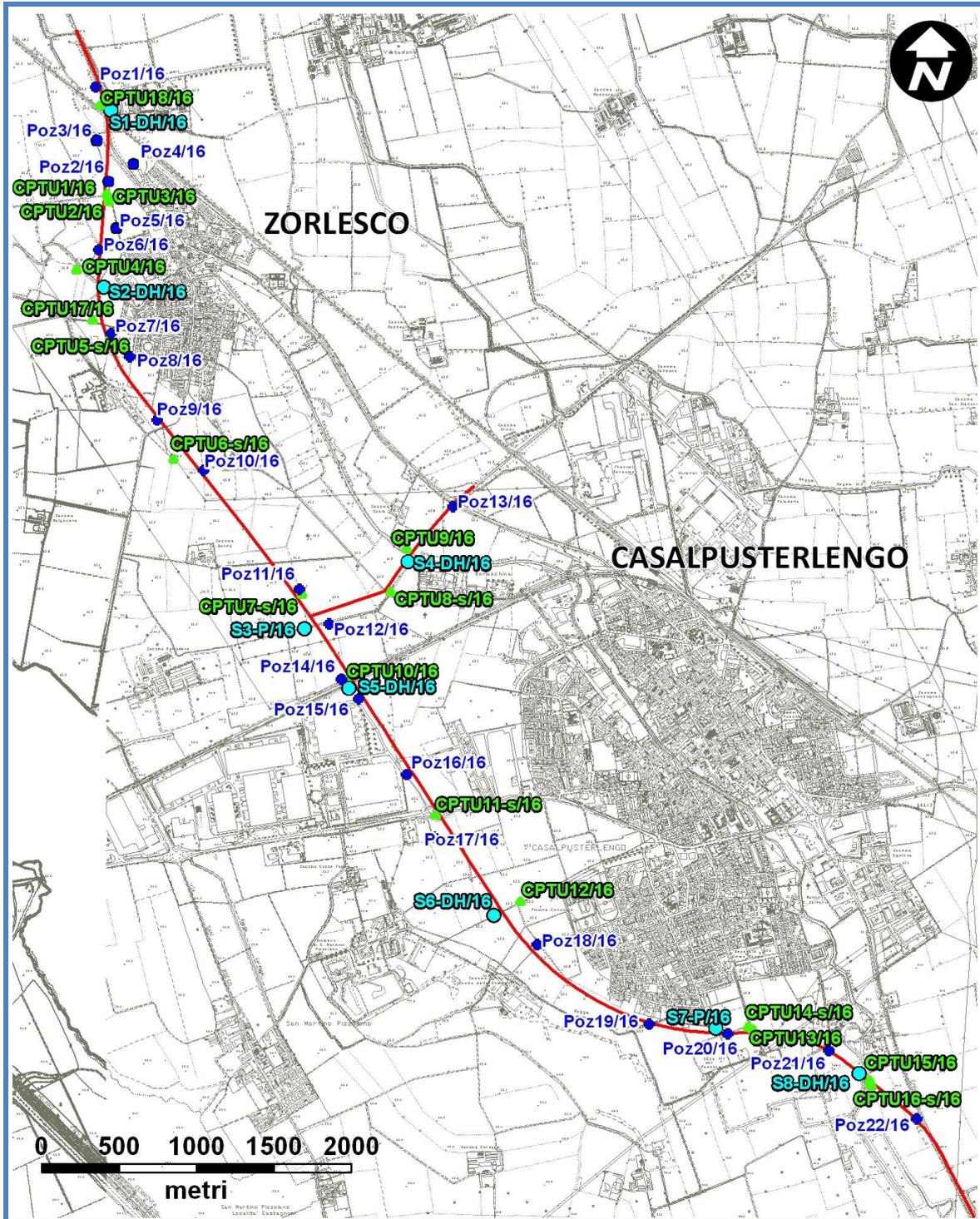


FIGURA 2 UBICAZIONE SU CARTA TECNICA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE LUNGO IL TRACCIATO STRADALE: ● SONDAGGI, ● PROVE PENETROMETRICHE, ■ POZZETTI ESPLORATIVI (PER MAGGIORI DETTAGLI SI VEDA GLI ELABORATI T00GE00GEOPU01-05-A).

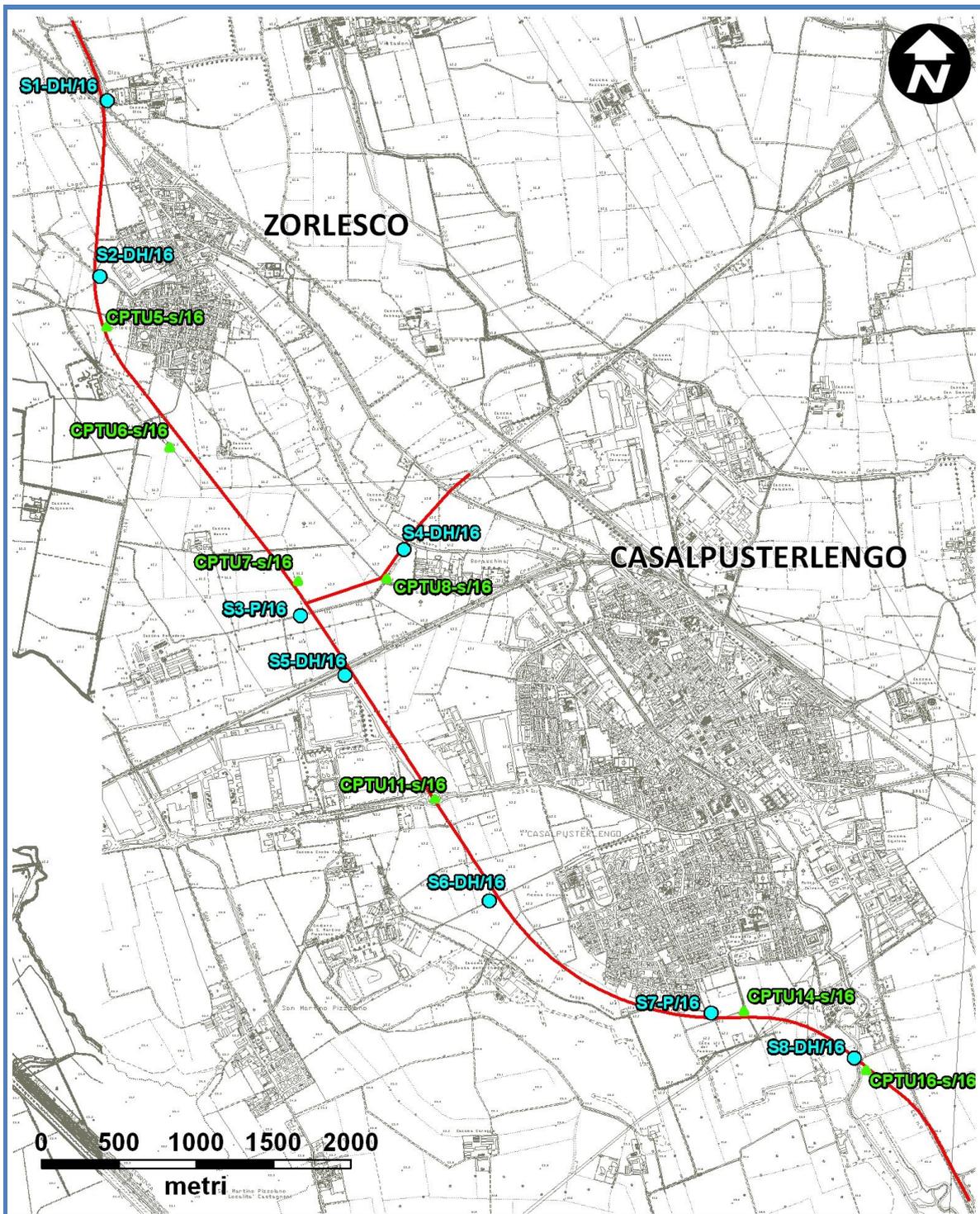


FIGURA 3: UBICAZIONE SU CARTA TECNICA DELLE INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE LUNGO IL TRACCIATO: ● DOWNHOLE, ● PROVE PENTROMETRICHE (PER MAGGIORI DETTAGLI SI VEDANO GLI ELABORATI T00GE00GEOPU01-05).

3.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi (denominati S1-.....-S8 con appendice *DH* se corredati di prova down hole e *Pz* se da piezometro) sono stati spinti fino ad una profondità massima di 40 m con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, installazione di piezometri a tubo aperto ed esecuzione di prove Down Hole.

Le colonne stratigrafiche hanno confermato i risultati ottenuti dalle precedenti campagne geognostiche permettendo di definire più in dettaglio i depositi alluvionali e di riconoscere corpi

caratterizzati da una maggiore uniformità granulometrica: a riguardo vale la pena segnalare l'individuazione di un coltre superficiale limoso-sabbiosa e limoso-argillosa (entro 2 m di profondità) che presenta una continuità laterale lungo tutto il tracciato di progetto.

I valori di NSPT risultano crescenti con la profondità (mediamente da valori minimi compresi tra 5-10 e valori massimi compresi tra 25-30) indicando un progressivo miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei materiali: inoltre si riscontrano alcuni livelli dotati di notevole consistenza (NSPT > 40) a circa 20-22 m dal piano campagna. Seguono tabelle riassuntive delle stratigrafie e delle relative penetrometrie.

S1DH Quota: 66.11 m da p.c.

Falda: - 3.20 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,40	Terreno Vegetale
0,40-1,40	Limo sabbioso
1,40-13,50	Sabbia fine e media
13,50-18,80	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø4 cm)
18,80-20,80	Limo sabbioso deb. Argilloso
20,80-24,80	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø4 cm)
24,80-30	Limo sabbioso deb. Argilloso

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
5,70-6,15	8 - 12 - 14	26
10,20-10,65	8 - 13 - 15	28
15--15,45	3 - 5 - 7	12
22,40-22,85	17 - 33 - 41	74
28,30-28,75	5 - 9 - 16	25

S2DH Quota: 63.43 m da p.c.

Falda: - 4.00 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,20	Terreno Vegetale
0,20-1,70	Limo argilloso
1,70-4,50	Sabbia fine limosa
4,50-9,00	Sabbia fine media
9,00-14,50	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø5 cm)
14,50-22,50	Limo da argilloso a sabbioso
22,50-25,50	Sabbia fine media limosa
25,50-27,00	Limo sabbioso
27-28,20	Sabbia fine media limosa
28,20-29,20	Limo argilloso
29,20-30	Limo sabbioso

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
2-2,45	1 - 1 - 1	2
6-6,45	2 - 3 - 5	8
10,50-10,95	7 - 12 - 19	31
17,20-17,65	7 - 9 - 16	25
27-27,45	7 - 11 - 18	29

S3Pz

Quota: 60.98 m da p.c.

Falda: - 2.25 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,20	Terreno Vegetale
0,20-3,50	Limo argilloso
3,50-4,50	Limo sabbioso
4,50-9,00	Sabbia fine media
9,00-14	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø 7 cm)
14,-20	Sabbia medio grossa

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
2,20-2,65	4 - 6 - 6	12
6-6,45	4 - 6 - 10	16
12-12,45	4 - 9 - 10	19
19,50-19,95	8 - 10 - 13	23

S4DH

Quota: 61.07 m da p.c.

Falda: - 1.38 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-2	Limo da sabbioso ad argilloso
2-3,80	Limo argilloso
3,80-5,60	Sabbia limosa
5,60-7,50	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø6 cm)
7,50-12,45	Sabbia fine media
12,45-14	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø4 cm)
14-20	Sabbia fine media limosa

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
2,10-2,55	1 - 1 - 2	3
6-6,45	2 - 2 - 4	6
12-12,45	8 - 12 - 15	27
18-18,45	11- 16 - 18	34
25,50-25,95	8 - 13 - 19	32

S5DH

Quota: 63.42 m da p.c.

Falda: - 2.10 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,50	Terreno vegetale
0,50-4,50	Limo sabbioso a tratti argilloso
4,50-7,40	Sabbia fine con limo
7,40-14	Limo da sabbioso a con sabbia
14-22,95	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (Ø8 cm)
22,95-30	Sabbia media a tratti con limo

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
2,10-2,55	2 - 2 - 3	5
5,60-6,05	4 - 9 - 12	21
11-11,45	11 - 18 - 20	38
16,50-16,95	13 - 20 - 26	46
22,50-22,95	12 - 21 - 32	52

S6DH

Quota: 61.75 m da p.c.

Falda: - 5.05 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,70	Terreno vegetale e riporto ghiaioso
0,70-3,0	Limo argilloso
3,0-5,0	Limo sabbioso
5,0-6,40	Sabbia medio-fine
6,40-8,0	Limo argilloso
8,0-11,30	Sabbia medio-fine limosa deb. ghiaiosa (\varnothing max3 cm)
11,30-12,10	Limo sabbioso
12,10-15,20	Sabbia da fine a grossa con rara ghiaia (\varnothing max 6 cm)
15,20-23,80	Alternanza di Limo argilloso e argille limose deb. sabb.
23,80-27	Sabbia medio-fine limosa
27-30	Argilla limosa

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
3,0-3,45	2 - 4 - 7	11
7,50-7,95	3 - 3 - 3	6
13,50-13,95	8 - 12 - 15	27
25,50-25,95	12 - 17 - 23	40

S7Pz

Quota: 62.82 m da p.c.

Falda: - 4.60 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,50	Terreno vegetale
0,50-6,0	Limo sabbioso
6,0-7,0	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (\varnothing max3 cm)
7,0-8,90	Sabbia fine media limosa
8,90-10,50	Limo argilloso deb. Sabbioso
10,50-14,0	Sabbia medio-grossa limosa
14,0-18,45	Limo sabbioso
18,45-20	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (\varnothing max 7 cm)

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
2,0-2,45	3 - 5 - 7	12
4,50-4,95	8 - 9 - 8	17
10,50-10,95	2 - 5 - 12	17
13,50-13,95	5 - 8 - 14	22
22,50-22,95	12 - 21 - 32	53
18,0-18,45	8 - 13 - 17	30

S8DH

Quota: 54.11 m da p.c.

Falda: - 2.10 m da p.c.

Stratigrafia	
m da p.c.	Litologia
0-0,60	Terreno vegetale
0,60-2,20	Limo argilloso torboso
2,20-13,95	Sabbia media a tratti limosa con rara ghiaia (\varnothing max4 cm)
13,95-18,80	Sabbia medio grossa con rara ghiaia (\varnothing max8 cm)
18,80-28	Limo con argilla intercalazioni di limo sabbioso
28,0-35,20	Sabbia medio a tratti limosa
35,20-35,80	Limo argilloso
35,80-40,0	Limo sabbioso

Prova penetrometrica		
Profondità	SPT	N _{spt}
3,30-3,75	5 - 8 - 13	21
8,0-8,45	4 - 5 - 8	13
13,50-13,95	4 - 11 - 17	28
18,0-18,45	9 - 17 - 26	43
23,60-24,05	6 - 10 - 13	23

Tutti dati stratigrafici a disposizione sono stati utilizzati per ricostruire la carta litologica dell'area di progetto che fornisce una immediata indicazione della tipologia dei terreni affioranti lungo il tracciato stradale (Figura 4).

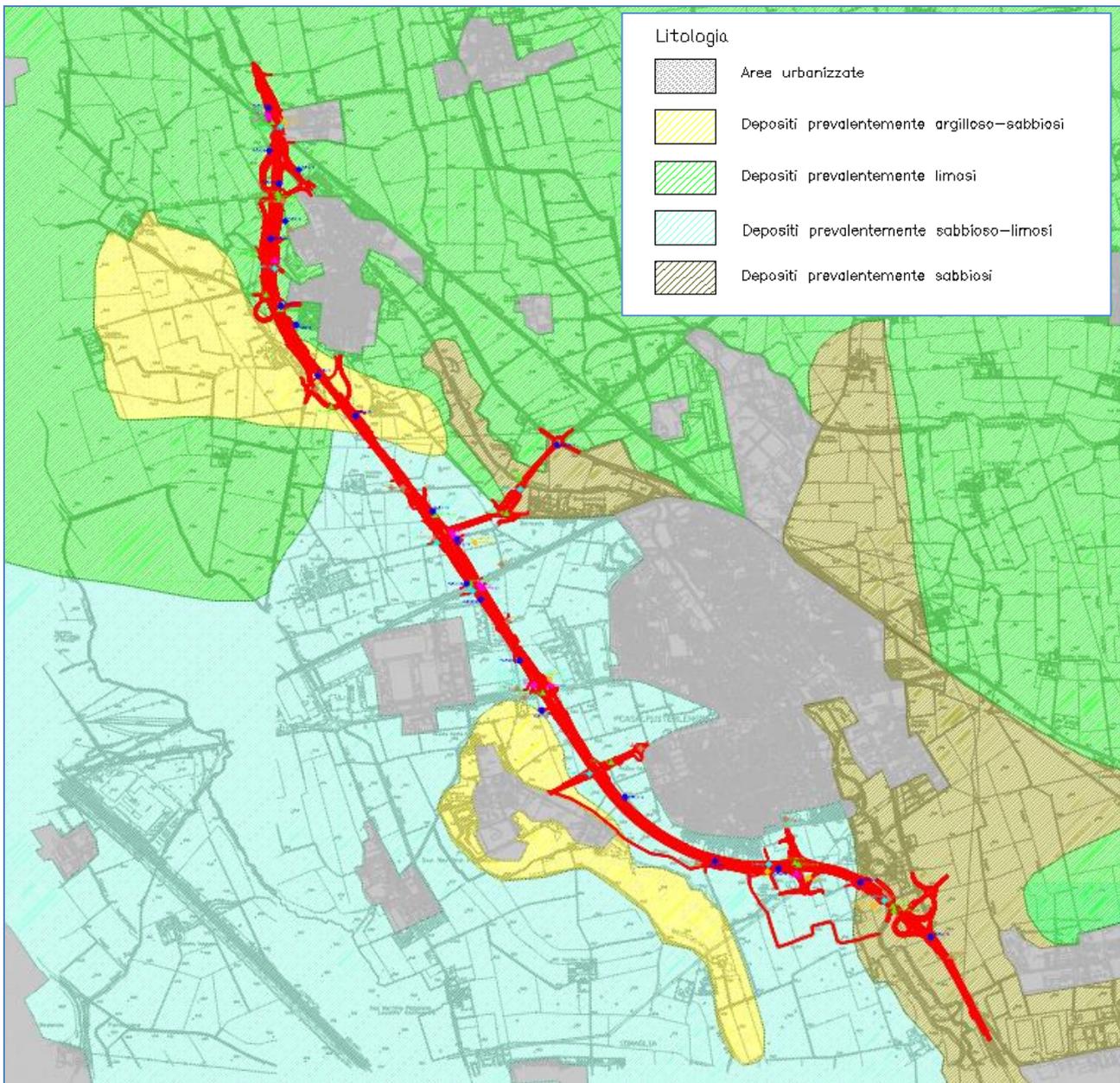


FIGURA 4: STRALCIO DELLA CARTA LITOLOGICA (ELABORATO " T00GE00GEOCG01-05).

La parte più settentrionale del tracciato, sino alla progressiva 2+000, ricade su terreni prevalentemente limosi: i materiali più superficiali sono contraddistinti da discrete qualità geotecniche e risultano mediamente addensati: con la profondità aumenta la componente sabbiosa e le caratteristiche migliorano ad eccezione di un livello a composizione prevalentemente limosa, individuato intorno ai 15 m dal p.c., per il quale è stato ottenuto un valore di NSPT=12. Procedendo verso Sud, fino alla progressiva 2+600, il tracciato attraversa depositi argilloso-sabbiosi che, fino a 4-5 m dal p.c., risultano essere da sciolti a molto sciolti e con caratteristiche geotecniche scadenti; soltanto oltre 8-9 m di profondità aumenta l'addensamento che conferisce ai terreni qualità geotecniche discrete.

Tra le progressive 2+600 e 6+900 circa, si rinvengono terreni prevalentemente sabbioso-limosi: questi, in generale, presentano caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti: in prossimità del T. Brembiolo e lungo l'asse secondario 02.02 i depositi sono inoltre contraddistinti da un basso grado di addensamento sino ad almeno 6 m dal p.c..

L'ultimo tratto del tracciato ricade in terreni prevalentemente sabbiosi, la cui porzione più superficiale presenta mediocri caratteristiche geotecniche che diventano discrete superati 8-10 m di profondità.

Come accennato, quasi ovunque, i depositi affioranti lungo il tracciato sono ricoperti da una coltre superficiale marcatamente limosa, avente uno spessore variabile tra 1 e 2 m Tale copertura presenta una estesa continuità laterale ed è stata ben caratterizzata dal punto di vista geomeccanico mediante l'esecuzione di pozzetti esplorativi e prove di carico su piastra.

3.2 POZZETTI ESPLORATIVI E PROVE CARICO SU PIASTRA

Le caratteristiche dei terreni più superficiali (entro 2 m dal piano campagna) interessati dalla posa stradale, sono state definite sulla base delle informazioni ottenute da n° 22 pozzetti esplorativi, denominati POZ 1-.....-POZ 22, spinti ad una profondità massima di 2 m dal p.c. Prove di carico su piastra sono state eseguite alla profondità di 0.50-0.60 m (con intervalli di carico tra 0.05-0.15 Mpa) e campioni disturbati sono stati prelevati per le prove di classificazione (granulometria, limiti di consistenza, U.N.I. 11531 e U.S.C.S.).

I materiali più superficiali, come già osservato nelle stratigrafie di sondaggio, risultano essere costituiti nel primo metro da "limi e limi argillosi" e nel secondo metro di "sabbie e sabbie limose": localmente si può rinvenire una prevalenza di materiali limosi, limo-sabbiosi (vedi POZ 11-12-19-22). Le prove di carico su piastra sono servite a definire sia la capacità portante degli strati superficiali sia la qualità del loro costipamento, mediante la determinazione del modulo di deformazione MD e del rapporto tra i moduli di deformazione del primo ciclo e del secondo ciclo di carico. I valori del rapporto tra i moduli di deformazione risultano abbastanza omogenei: essi presentano un valore medio pari a 0.68, con un minimo pari a 0.19 ed un massimo pari a 1.06. In corrispondenza dei pozzetti 09, 13, 17, 19 e 21 tale rapporto risulta al di sotto della media, indicando la presenza di materiali poco costipati.

I risultati relativi ai moduli di deformazione sono invece maggiormente variabili, con un valore medio pari a 45 MPa. In maniera indicativa si ritiene preferibile che i moduli di deformazione MD, per cicli di carico compresi tra 0.05-0.15 MPa, non siano inferiori a 30 MPa qualora la distanza del piano di posa della sovrastruttura rispetto al piano di appoggio della pavimentazione stradale sia compreso tra 0.5 e 1 m In corrispondenza dei pozzetti 02, 05, 06, 09, 11, 13, 17, 21 e 22, i terreni investigati **non** soddisfano tale condizione e, pertanto, sono da considerare eventuali interventi di bonifica.

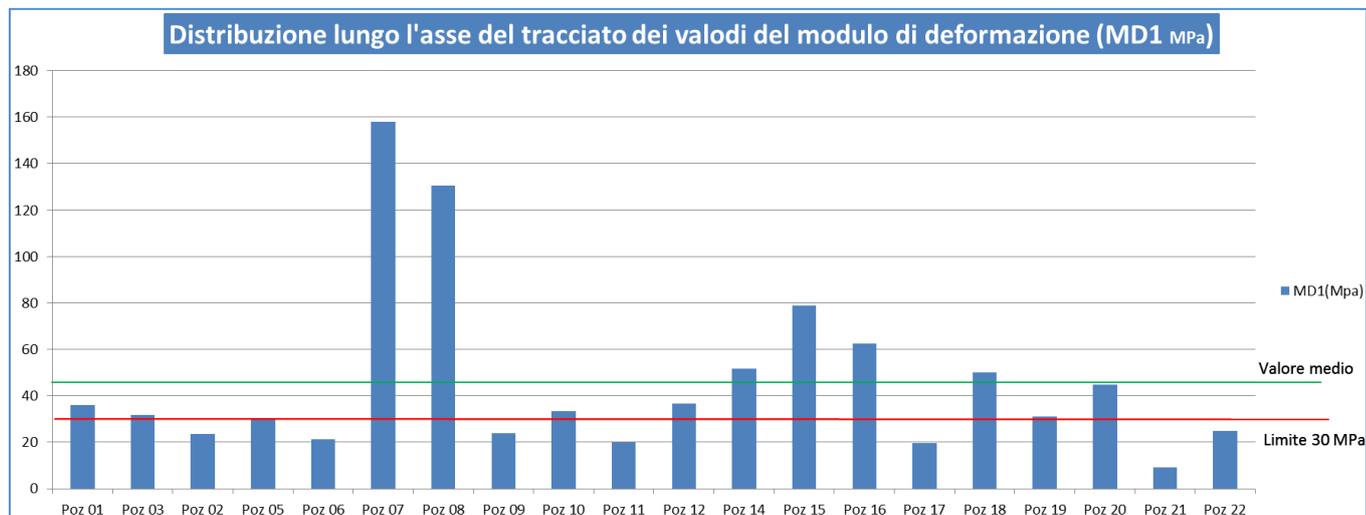
Segue tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dalle suddette prove di carico con la classificazione dei campioni prelevati e istogramma dei valori di MD1 e del rapporto MD1/MD2 distribuiti lungo l'asse principale del tracciato.

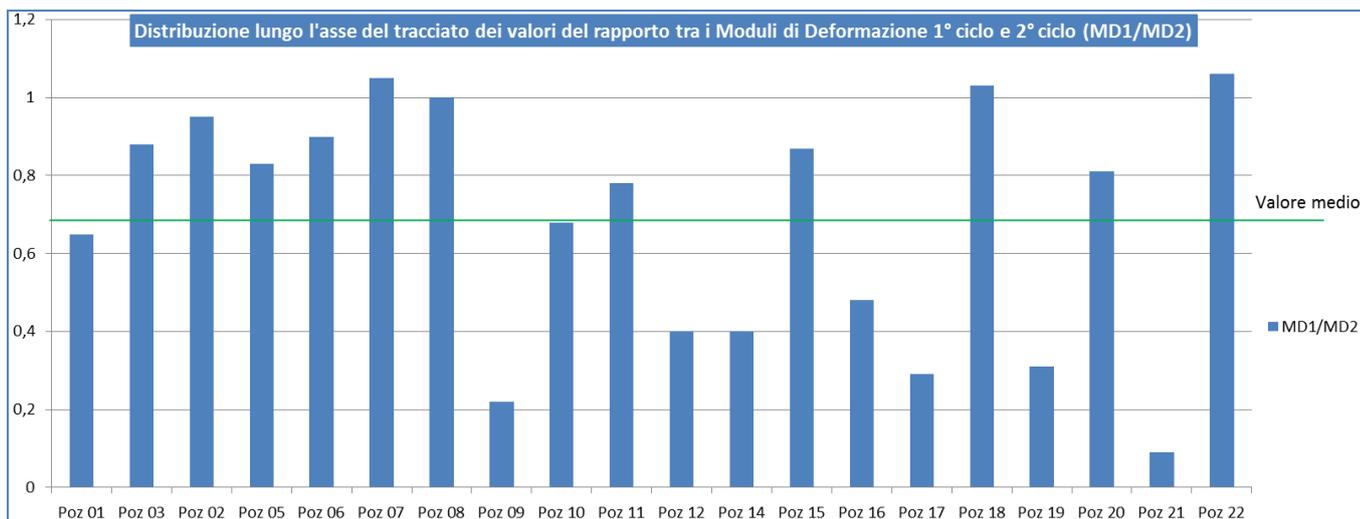
Per quanto riguarda la classificazione delle terre, in tabella sono evidenziate in giallo le categorie di materiale le cui qualità portanti quale terreno di sottofondo, in assenza di gelo, risultano essere da "eccellenti a buone" (A3, A2-4, A1b); le categorie restanti presentano un impiego come sottofondo da "mediocri a scarso".

PROVE DI CARICO SU PIASTRA E CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

Pozzetti	Prove di carico su piastra			Risultati prove di classificazione sui campioni prelevati								
	MD1(Mpa)	MD2(Mpa)	MD1/MD2	Lim. liquido (%)	Lim. plastico (%)	Indice plastico (%)	Wn (%)	%ghiaia	%sabbia	%limo/argilla	U.N.I. 11531	U.S.C.S.
Poz 01	36,14	55,56	0,65	Non plastico	non determinab.	0	21	4	54,4	40,6	A4	ML
Poz 02	23,44	24,59	0,95	36	20	16	17	0,7	22,5	76,8	A6	CL
Poz 03	31,58	35,71	0,88	Non plastico	non determinab.	0	15	4,1	87	8,9	A3	ML
Poz 04	44,78	44,12	1,01	Non plastico	Non determinab.	0	10	8,4	55,9	35,7	A4	ML
Poz 05	29,71	35,71	0,83	30	21	9	15	6,9	56,1	37	A4	CL
Poz 06	21,13	23,44	0,9	38	22	16	25	1,7	20,9	77,4	A6	CL
Poz 07	157,89	150	1,05	Non plastico	Non determinab.	0	8	4	66,8	29,2	A2-4	ML
Poz 08	130,43	130,43	1	Non plastico	non determinab.	0	9	7,6	69,2	23,2	A2-4	ML
Poz 09	23,81	107,14	0,22	Non plastico	non determinab.	0	14	0,4	91,6	8	A3	ML
Poz 10	33,33	49,18	0,68	62	24	38	21	0	14,4	85,6	A7-6	CH
Poz 11	19,87	25,42	0,78	Non plastico	non determinab.	0	16	2,8	77,9	19,3	A2-4	ML
Poz 12	36,59	90,91	0,4	81	23	28	22	0	16,6	83,4	A7-6	CH
Poz 13	12,61	65,22	0,19	Non plastico	non determinab.	0	13	5,1	90,3	4,6	A1b	GW
Poz 14	51,72	130,43	0,4	Non plastico	non determinab.	0	18	1,5	63,1	35,4	A4	ML
Poz 15	78,95	90,91	0,87	43	21	22	20	0	33,1	66,9	A7-6	CL
Poz 16	62,5	130,43	0,48	Non plastico	non determinab.	0	20	0	60,8	39,2	A4	ML
Poz 17	19,48	68,18	0,29	Non plastico	non determinab.	0	15	4,8	67,2	28	A2-4	ML
Poz 18	50	48,39	1,03	Non plastico	non determinab.	0	17	3,5	65,4	31,1	A2-4	ML
Poz 19	30,93	100	0,31	35	20	15	19	0,1	27,9	72	A6	CL
Poz 20	44,78	55,56	0,81	Non plastico	non determinab.	0	7	0,2	73,7	26,1	A2-4	ML
Poz 21	9,2	107,14	0,09	Non plastico	non determinab.	0	4	6,2	91	2,7	A1b	GW
Poz 22	25	23,62	1,06	40	24	16	26	1,2	19,2	79,6	A7-6	CL
Valori medi	44,27	72,37	0,68									

MD1: modulo di deformazione 1° ciclo; MD2: modulo di deformazione 2° ciclo, Wn = umidità naturale. In giallo le categorie di terra il cui utilizzo quale terreno di sottofondo risulta essere da "eccellente a buono"





3.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA IN SITO E ANALISI SU CAMPIONI

I parametri geotecnici dei terreni sono stati valutati anche mediante prove in sito e analisi di laboratorio su campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi e delle penetrometrie. Nello specifico sono state eseguite n° 18 prove penetrometriche con piezocono e sismocono spinte fino a incontrare strati non penetrabili: i parametri q_c (resistenza alla punta), f_s (resistenza laterale) e U (pressione neutra) sono stati rilevati ogni 2 cm. Le analisi di laboratorio sono servite a determinare le caratteristiche fisiche del terreno quali contenuto d'acqua, peso di volume, peso specifico, limiti di consistenza e granulometria. Inoltre sono state eseguite delle prove per definire i parametri di resistenza meccanica dei materiali (prove edometriche, di taglio diretto e triassiali).

I risultati ottenuti mostrano una significativa variabilità delle diverse grandezze sia in senso verticale che orizzontale: tale riscontro va senz'altro attribuito alla notevole eterogeneità granulometrica dei depositi alluvionali. Nell'elaborato T00GE00GEORE06-A "Documentazione prove di laboratorio" sono riportati tutti i certificati di analisi. Le tabelle che seguono riportano un riepilogo dei campioni prelevati, il tipo di prove effettuate, i risultati ottenuti.

ELENCO DELLE PROVE EFFETTUATE										
Campione	Profondità (m)	Limiti	Gran.	Gs	TaCD	EDO	ELL	TxUU	TxCU	TxCD
S1DH Sh1	1.00-1.60	X	X	X	X	X				
S1DH Sh2	19.40-20.00	X	X	X	X					
S2DH Sh1	1.40-2.00	X	X	X	X	X				
S2DH Cr1	3.50-3.80	X	X		X					
S2DH Cr2	7.50-7.80	X	X		X					
S2DH Cr3	13.20-13.50	X	X							
S2DH Sh2	16.50-17.20	X	X	X						X
S2DH Sh3	28.50-29.20	X	X	X	X	X				
S3Pz Sh1	1.60-2.20	X	X	X	X	X				
S3Pz Cr1	5.00-5.30	X	X							
S3Pz Cr2	7.70-8.00	X	X							
S3Pz Cr3	10.00-10.30	X	X							
S3Pz Cr4	17.50-17.80	X	X							
S4DH Sh1	1.50-2.10	X	X	X	X					
S4DH Cr1	8.00-8.30	X	X							
S4DH Cr2	11.00-11.30	X	X							
S4DH Cr3	13.20-13.50	X	X							
S4DH Sh2	16.50-17.10	X	X	X	X					
S4DH Cr4	20.00-20.30	X	X							

S5DH Sh1	1.50-2.10	X	X	X	X					
S5DH Cr1	8.00-8.30	X	X							
S5DH Sh2	9.00-9.60	X	X	X	X	X				
S5DH Cr2	15.00-15.30	X	X							
S5DH Cr3	20.20-20.50	X	X							
S5DH Cr4	26.50-26.80	X	X							
S6DH Sh1	1.70-2.30	X	X	X	X	X				
S6DH Cr1	4.00-4.30	X	X							
S6DH Cr2	8.50-8.80	X	X							
S6DH Cr3	12.50-12.80	X	X							
S6DH Cr4	15.60-15.90	X	X							
S6DH Sh2	16.50-17.20	X	X	X	X	X				
S6DH Sh3	22.50-23.20	X	X	X	X	X	X			
S6DH Cr5	24.00-24.30	X	X							
S6DH Sh4	28.50-39.10	X	X	X				X	X	
S7Pz Sh1	1.40-2.00	X	X	X	X					
S7Pz Cr1	7.50-7.80	X	X							
S7Pz Cr2	12.00-12.30	X	X							
S8DH Cr1	1.10-1.40	X	X							
S8DH Cr2	5.30-5.40	X	X							
S8DH Cr3	17.50-17.80	X	X							
S8DH Sh1	19.40-20.00	X	X	X	X	X	X			
S8DH Sh2	22.00-22.60	X	X	X	X					
S8DH Sh3	28.00-28.60	X	X	X	X					
S8DH Cr4	31.40-31.70	X	X							
S8DH Cr5	37.50-37.80	X	X							

Gs =Peso specifico dei grani, TaCD = Prova di taglio diretto consolidata drenata EDO= prove edometriche, ELL = Prova di compressione semplice non confinata, TxUU = Prova Triassiale non consolidata non drenata, TxCU = Prova Triassiale consolidata non drenata, TxCD = Prova Triassiale consolidata drenata.

QUADRO RIASSUNTIVO DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI				
	Parametro	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo
Y _{nat}	Peso di volume naturale (Mg/m ³)	1,96	1,75	2,04
C	Coesione totale (kPa)	12,61	1,01	53,94
OCR	Grado di sovraconsolidazione	3,75	1	9
CR	Rapporto di compressione	0,13	0,12	0,22
Cu	Resistenza al taglio non drenata (kPa)	177,05	115,85	238,2

RISULTATI PROVE DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA SONDAGGIO-CAMPIONE	H(m da p.c.)	σ'p	OCR	CR	Cc	RR	Cr	SR	Cs	Cv(cm2/s)	Cα	k(m/s)
S1DH-SH1 (Limo argilloso)	1-1,6	211,6	5	0,12	0,2	0,008	0,013	0,016	0,027	3,08E-03	1,47E-03	2,43E-10
										2,70E-03	1,92E-03	1,18E-10
										2,93E-03	1,39E-03	6,69E-11
S2DH-SH1 (Limo argilloso debolm. Sabbioso passante a sabbia limosa)	1,4-2	194,1	4	0,12	0,19	0,012	0,019	0,007	0,011	4,69E-03	3,58E-03	4,11E-10
										4,63E-03	3,64E-03	2,04E-10
										1,44E-02	3,52E-03	3,36E-10
S2DH-SH3 (Limo con argilla e livello torboso tra 28,64 e 28,73)	28,50-29,10	365,3	1	0,22	0,49	0,037	0,083	0,035	0,078	3,32E-03	4,20E-03	3,96E-10
										3,41E-03	4,97E-03	2,54E-10
										4,53E-03	5,70E-03	1,87E-10
S3P-SH1 (Limo argilloso)	1,60-2,20	392,7	9	0,12	0,2	0,018	0,03	0,012	0,02	9,05E-03	6,82E-04	5,49E-10
										1,69E-02	1,34E-03	6,70E-10
										2,50E-02	1,86E-03	5,73E-10
S6DH-SH1 (Limo argilloso)	1,70-2,30	431,9	6	0,11	0,19	0,029	0,048	0,011	0,018	1,69E-02	7,49E-04	8,22E-10
										1,80E-02	1,04E-03	5,67E-10
										2,84E-02	2,59E-03	6,02E-10
S6DH-SH2 (Limo argilloso)	16,50-17,10	352,2	2	0,12	0,2	0,019	0,033	0,011	0,019	1,17E-02	2,31E-03	7,24E-10
										1,17E-02	2,49E-03	4,40E-10
										1,55E-02	2,67E-03	3,35E-10
S6DH-SH3 (Limo argilloso)	22,50-23,10	351,1	1	0,16	0,3	0,021	0,039	0,021	0,039	5,24E-03	3,36E-03	4,76E-10
										6,95E-03	3,89E-03	3,85E-10
										5,98E-03	3,02E-03	1,77E-10
S8DH-SH1 (Limo argilloso debolmente sabbioso)	19,40-20,00	406,9	2	0,13	0,22	0,004	0,007	0,017	0,028	1,99E-03	1,86E-03	1,25E-10
										1,63E-03	2,38E-03	6,75E-10
										1,89E-03	3,83E-03	4,74E-10
Valori medi		338,2	3,75	0,14	0,25	0,019	0,034	0,016	0,03	9,19E-03	2,69E-03	4,09E-10

PARAMETRI CAMPIONI INDISTURBATI

SONDAGGI 2016 (Campioni indisturbati)	Profondità prelievo	φ	Wn	L _L /L _p /I _p (%)	γ _{nat}	γ _{sec}	γ _{imm}	n(%)	e	G _s	C
	(m da p.c.)	(°)	(%)	(%)	(Mg/m ³)	(Mg/m ³)	(Mg/m ³)	(%)		(Mg/m ³)	(kPa)
S1DH-SH1 (Limo argilloso)	1-1,6	28,04	21,89	35,87/23,06/12,81	2,01	1,65	1,04	39	0,63	2,689	1,22
S1DH-SH2 (Limo argilloso)	19,40-20	26,74	25,51	33,51/22,70/10,81	2	1,59	1	41	0,69	2,686	17,67
S2DH-SH1 (Limo argilloso debolm. Sabbioso passante a sabbia limosa)	1,4-2,00	32,09	17,05	27,16/18,75/8,41	2,01	1,72	1,08	36	0,57	2,701	4,15
S2DH-SH2 (Sabbia medio fine con limo)	16,50-17,20	30,9	24,77	21,68/15,09/6,59	2,02	1,62	1,02	40	0,67	2,705	
S2DH-SH3 (Limo con argilla e livello torboso tra 28,64 e 28,73)	28,50-29,10	25,67	45,64	45,67/28,20/28,20	1,75	1,2	0,75	55	1,22	2,672	
S3P-SH1 (Limo argilloso)	1,60-2,20	24,81	22,68	33,16/23,28/9,88	1,99	1,62	1,02	39	0,65	2,685	
S4DH-SH1 (Sabbia da grossa a fine con limo debolm. argillosa)	1,50-2,20	34,15	19,99	26,97/15,99/10,98	2,04	1,7	1,07	37	0,59	2,708	2,02
S4DH-SH2 (Sabbia medio fine)	16,50-17,10	33,09	33,51		1,89	1,41	0,89	48	0,92	2,709	3,32
S5DH-SH1 (Sabbia medio fine limosa)	1,50-2,10	33,1	22,82		2	1,63	1,03	40	0,66	2,701	2,99
S5DH-SH2 (Limo con argilla e tracce di torba)	9-9,60	25,77									
S6DH-SH1 (Limo argilloso)	1,70-2,30	27,89	23,19	33,77/21,39/12,37	2	1,62	1,02	40	0,66	2,694	15,57
S6DH-SH2 (Limo argilloso)	16,50-17,10	26,59	26,34	30,98/19,05/11,93	1,99	1,58	1	42	0,72	2,709	24,89
S6DH-SH3 (Limo argilloso)	22,50-23,10	26,32	32,43	38,13/21,95/16,19	1,9	1,43	0,9	47	0,88	2,687	8,48
S6DH-SH4 (Limo con argilla)	28,50-29,10	19,77	29,99	55,47/21,80/33,67	1,93	1,49	0,93	45	0,81	2,69	53,94
S7Pz-SH1 (Sabbia medio fine limosa)	1,40-2,00	33,43	6,09		1,82	1,71	1,08	37	0,58	2,705	2,82
S8DH-SH1 (Limo argilloso debolmente sabbioso)	19,40-20,00	27,61	24,16	31,83/19,37/12,46	2,02	1,63	1,02	39	0,65	2,69	10,03
S8DH-SH2 (Limo argilloso)	22,00-22,60	27,45	28,25	35,31/23,13/12,18	1,96	1,53	0,96	43	0,76	2,692	28,48
S8DH-SH3 (Sabbia medio fine limosa)	28,00-28,60	32,79	27,68		1,97	1,54	0,97	43	0,75	2,698	1,01
Valori medi		28,68	25,41		1,96	1,57	0,99	41,82	0,73	2,70	12,61

Sigle e abbreviazioni utilizzate	
ϕ	Angolo di attrito interno
ϕ'	Angolo di attrito interno efficace
Wn (%)	Umidità naturale
L _L /L _p /I _p (%)	Limite liquido/Limite plastico/Indice plastico
γ_{nat}	Peso di volume naturale
γ_{sec}	Peso di volume secco
γ_{imm}	Peso di volume immerso
n	Porosità
e	Indice dei vuoti
G _s	Massa specifica (Peso specifico dei grani)
C	Coesione totale
C'	Coesione efficace
σ'_p	Pressione di preconsolidazione
OCR	Grado di sovraconsolidazione
CR	Rapporto di compressione
C _c	Indice di compressione
RR	Rapporto di ricompresione
C _r	Indice di ricompresione
SR	Rapporto di rigonfiamento
C _s	Indice di rigonfiamento
C _v	Coefficiente di consolidazione
C _α	Coefficiente di consolidazione secondaria
k	Permeabilità
σ'_v	Tensione verticale totale
C _u	Resistenza al taglio non drenata
MD1	Modulo deformazione 1° ciclo carico su piastra
MD2	Modulo deformazione 2° ciclo carico su piastra

3.4 INDAGINI GEOFISICHE

In corrispondenza di n. 6 sondaggi (Figura 3) sono state effettuate delle prove Down Hole per determinare le categorie sismiche dei suoli e alcuni parametri elasto-meccanici quali velocità dei sismostrati, indice di Poisson, modulo di Young, modulo di taglio, modulo di compressione e peso di volume. In generale si osserva un progressivo incremento delle velocità sismiche con la profondità che, in accordo con i riscontri delle prove penetrometriche, indica un miglioramento delle caratteristiche elastomeccaniche dei materiali. La parte più superficiale del sottosuolo, contraddistinta dalle velocità minori ($VP < 800$ m/s), mostra degli spessori molto variabili, compresi tra 2-7 m. Nelle tabelle seguenti si riportano in dettaglio i valori di VS30, le categorie di suolo e i profili down hole ottenuti per ciascun sondaggio.

VALORI DI VS30			
SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	VS30 (m/s)	CATEGORIA SUOLO
S1DH	30	252	C
S2DH	30	278	C
S4DH	30	224	C
S5DH	30	289	C
S6DH	30	275	C
S6DH	40	245	C

PROFILO DOWNHOLE - S1DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
3	254,49	140,33	0,28	83,33	32,51	63,57	16,5
19	1958,79	237,69	0,49	335,89	112,52	7492,07	19,9
25	2629,79	341,69	0,49	740,36	248,21	14371,79	21,3
30	2646,99	390,4	0,49	966,42	324,54	14487,05	21,3

PROFILO DOWNHOLE - S2DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
6	622,61	205,78	0,44	210,12	73,02	571,14	17,2
15	1675,72	277,58	0,49	443,11	149,11	5235,16	19,4
30	2175,00	324,62	0,49	638,44	214,44	9340,89	20,3

PROFILO DOWNHOLE - S4DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
5	376,60	100,43	0,46	49,39	16,90	215,08	16,8
20	1423,81	270,17	0,48	407,58	137,57	3637,45	18,8
30	1805,43	349,60	0,48	709,72	239,69	6072,76	19,6

PROFILO DOWNHOLE - S5DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
14	1419,50	233,72	0,49	305,86	102,91	3658,81	18,8
30	2216,11	363,90	0,49	804,19	270,56	9673,76	20,4

PROFILO DOWNHOLE - S6DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>M</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
7	1133,59	215,87	0,48	252,16	35,12	2233,87	18,3
15	1834,98	249,26	0,49	364,33	122,21	6460,21	19,7
24	1846,79	324,64	0,48	616,03	207,55	6439,99	19,7
27	2670,32	331,84	0,49	701,30	235,00	14903,85	21,3
30	2739,91	385,85	0,49	952,88	319,78	15698,76	21,5

PROFILO DOWNHOLE - S8DH							
PROFONDITA' sismostrato	ONDE P	ONDE S	Poisson	Young	Share	Bulk	Y
<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	ad.	<i>Mpa</i>	<i>Mpa</i>	<i>MPa</i>	<i>t/m³</i>
2	655,28	148,60	0,47	112,61	38,23	692,34	17,3

13	1348,97	205,62	0,49	235,29	79,06	3297,08	18,7
19	2490,74	281,02	0,49	494,96	165,70	12795,52	21,0
28	2068,70	317,53	0,49	604,20	203,03	8347,09	20,1
35	2370,11	353,39	0,49	771,13	259,01	11305,26	20,7
40	2505,59	401,53	0,49	1007,36	338,76	12739,04	21,0

3.5 PROVE DI PERMEABILITA'

Lungo il tracciato della strada in progetto la direzione di deflusso della falda freatica presenta una certa omogeneità. In generale la morfologia della superficie topografica consente di osservare l'influenza del colatore Brembiolo sull'andamento del deflusso sotterraneo. Il corso d'acqua, infatti, sviluppa un'azione drenante nei confronti della falda freatica che si traduce in un'inflexione delle curve piezometriche. Tale inflessione risulta più evidente in corrispondenza del centro abitato di Casalpusterlengo, mentre sia all'altezza della frazione Zorlesco sia a sud di Casalpusterlengo si osserva solo una debole curvatura delle linee isofreatiche.

La direzione del deflusso della falda lungo la direttrice della strada in progetto è sostanzialmente costante e rivolta verso sud-est.

Per quanto attiene il gradiente idrogeologico, si osserva una tendenza all'aumento dell'inclinazione della superficie freatica procedendo verso sud. I valori massimo e minimo del gradiente, che si riscontrano lungo il tracciato, sono rispettivamente pari a 0,3% (nel settore compreso tra la zona della discarica di Coste Fagioli e l'abitato di Casalpusterlengo) e 0,08% (nel settore più settentrionale, a nord della frazione di Zorlesco).

Le ultime misurazioni della profondità della falda (campagna 2016) indicano nella parte nord del tracciato, intorno alla zona di Zorlesco, una soggiacenza compresa tra 1.80 e 5.0 m dal p. c.. Proseguendo verso sud, sino a poco prima della linea ferroviaria Casalpusterlengo-Pavia, la falda si attesta tra i 1.20 e i 2.50 m dal p.c.. La profondità della superficie freatica tende quindi ad aumentare in prossimità dell'intersezione del tracciato con la S.P. 142, raggiungendo i 4 e i 5.50 m dal p.c., per poi risalire tra i 1.80 e 2.70 m dal p.c. nei pressi della valle del Brembiolo. Nei profili e nelle sezioni geologiche il livello di falda è stato riportato tenendo conto dei valori medi ottenuti da tutte le misurazioni disponibili. A riguardo si evidenzia che negli studi pregressi sono state registrate oscillazioni del livello di falda significative, dell'ordine di 1-2 metri, attribuibili sia alla variabilità stagionale sia all'utilizzo della falda stessa per fini irrigui. Nella tabella seguente si riportano i valori dei livelli piezometrici e delle permeabilità dei terreni, rilevati durante l'esecuzione dei sondaggi e delle prove penetrometriche.

RISULTATI PROVE PERMEABILITA'		
Sondaggio/Cptu	Profondità esecuzione (m)	Permeabilità(m/s)
S1DH	8,5-9,1	1,09E-05
S2DH	5,0-5,5	1,74E-05
S3Pz	9,7-10,2	6,17E-05
S7Pz	7,0-7,5	1,19E-05
S8DH	4,0-4,5	1,81E-05
CPTU 4	6,5	2,87E-08
CPTU 5	6,5	1,53E-09

Sondaggio/Cptu	Profondità esecuzione (m)	Permeabilità(m/s)
CPTU 9	9,4	5,76E-10
CPTU 10	8,8	4,29E-09
CPTU 12	5	2,87E-09
CPTU 13	9,6	2,56E-09
CPTU 16	6,6	1,72E-09

LIVELLI PIEZOMETRICI	
Sondaggio/Cptu	Prof. falda da p.c.
S1DH	3,2
S2DH	4
S3Pz	2,25
S4DH	1,38
S4DH	2,1
S6DH	5,05
S7Pz	4,6
S8DH	2,1
CPTU 1	2,7
CPTU 2	1,5
CPTU 3	1,45
CPTU 4	2,8
CPTU 5	3,95
CPTU 6	5
CPTU 7	2,6
CPTU 8	1,8
CPTU 9	1,2
CPTU 10	2,05
CPTU 11	4,2
CPTU 12	4
CPTU 13	5,5
CPTU 14	5,5
CPTU 15	2,7
CPTU 16	1,8
CPTU 17	3,9
CPTU 18	1,8

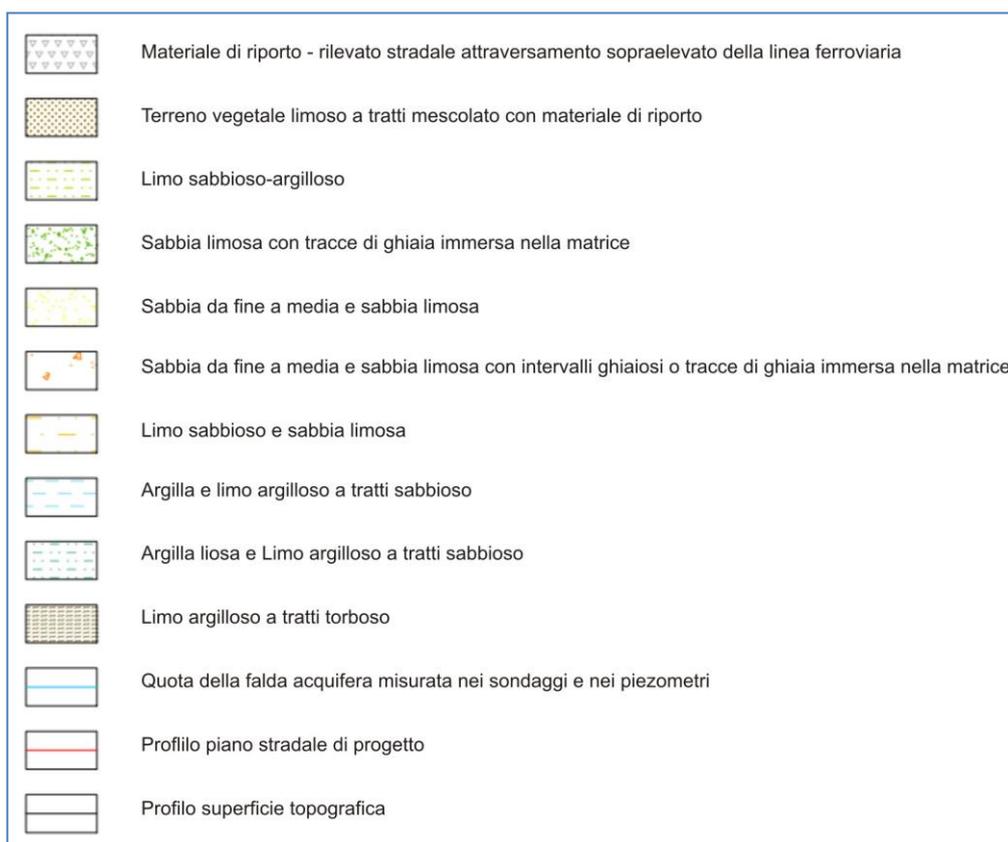
L'analisi dei livelli piezometrici e dei dati di permeabilità dei terreni ha permesso di realizzare l'elaborato T00GE00GEOCI01-05 - "Carta Idrogeologica", che restituisce una visione sinottica dell'andamento della falda e della vulnerabilità degli acquiferi: in particolare lungo l'asse principale, i rischi maggiori di interferenza tra gli interventi e la circolazione idrica sotterranea si rilevano tra le distanze progressive comprese tra 1+000 e 1+400, e per quanto riguarda l'asse 02, nella sua parte terminale.



FIGURA 5: STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA (ELABORATO "T00GE00GEOCI01-05").

4 MODELLI GEOLOGICO-TECNICI DI RIFERIMENTO PER LE OPERE MAGGIORI

Di seguito si presentano, i modelli geologici ricostruiti lungo il tracciato stradale, in corrispondenza degli snodi e delle principali opere d'arte connesse. L'asse principale è stato suddiviso in undici tratti conservando, per uniformità, la suddivisione utilizzata per la redazione del tavole relative al profilo geologico longitudinale (elaborati P00GE00GEOFP01-11). Per ciascuna opera principale sono anche indicate le indagini di riferimento e i parametri geotecnici dei terreni: questi ultimi sono riferiti alle litologie presenti sino alle profondità interessate dalle opere. Nel testo vengono comunque riportati, laddove disponibili, ulteriori dati relativi a materiali prelevati a profondità maggiori. Tutte le immagini sono state estratte dagli elaborati P00GE00GEOFP01-11 a cui si rimanda per maggiori dettagli. La Figura 6 mostra uno stralcio della legenda.



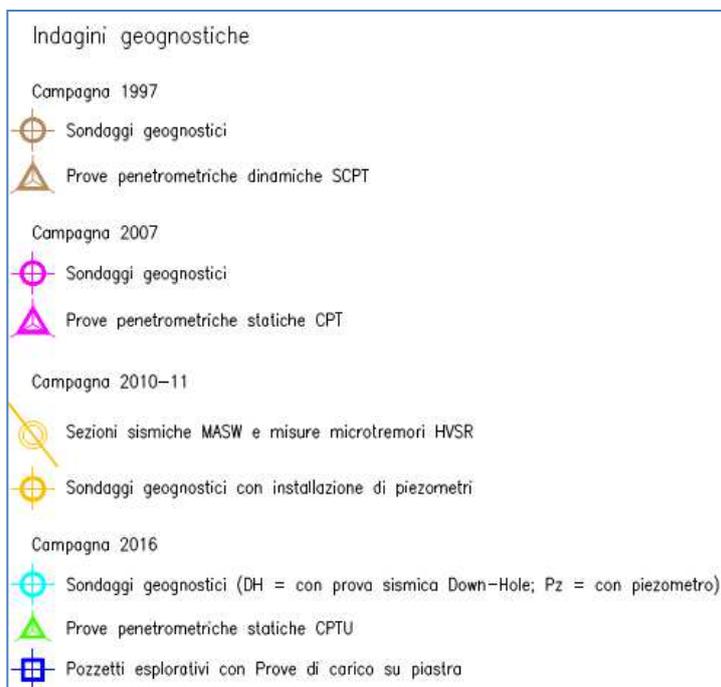
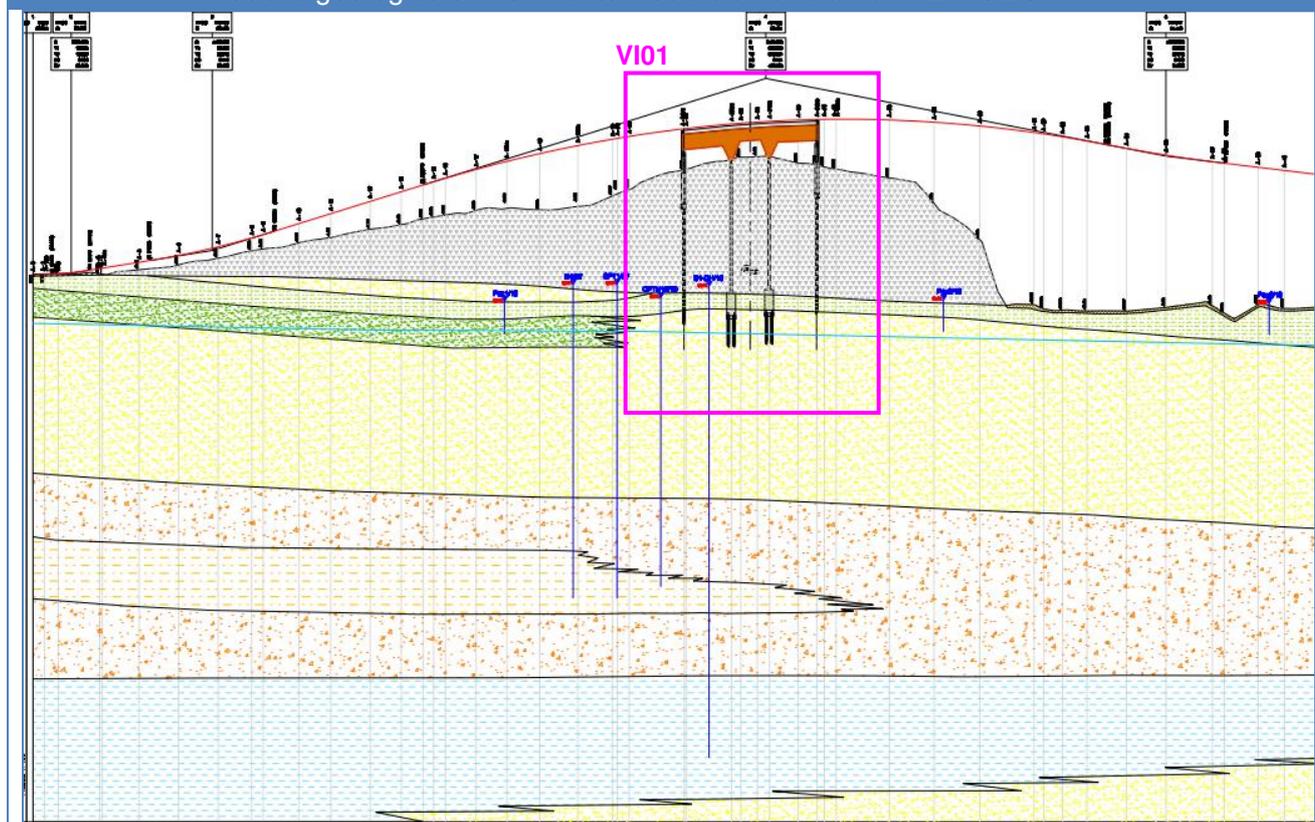


FIGURA 6: LEGENDA DEI MODELLI GEOLOGICO-TECNICI

4.1 TRATTO 1 - PROGR.: 0 + 000 – 0 + 792

ASSE PRINCIPALE progr.: 0 + 000 – 0 + 792	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
	<p>Viadotto VI01 attraversamento linea F.F.S.S. MI- BO</p>	<p>0+377 – 0+500</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP01A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (VI01)	
Profondità attestazione opere	3.40 m (da p.c. ai piedi rilevato) - 12.00 (da profilo topografico)
Indagini di riferimento	S1DH_16 - S1_07 - CPTU18_16 - CPT1_07 – POZ01 – POZ03
Tipo di terreno	Limo sabbioso argilloso (da 0 a -1 m) – Sabbia da fine a media e sabbia limosa (sino a - 13 m)
Profondità media della falda	2.80 m
Profondità prelievo campioni	1.5 m – 19.5 m (indisturbati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (VI01)							
Profondità	W_n	γ_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1	21	/	/	/	/	0.75	/
1-13	21.89	2.01	28	1.22	5	/	26

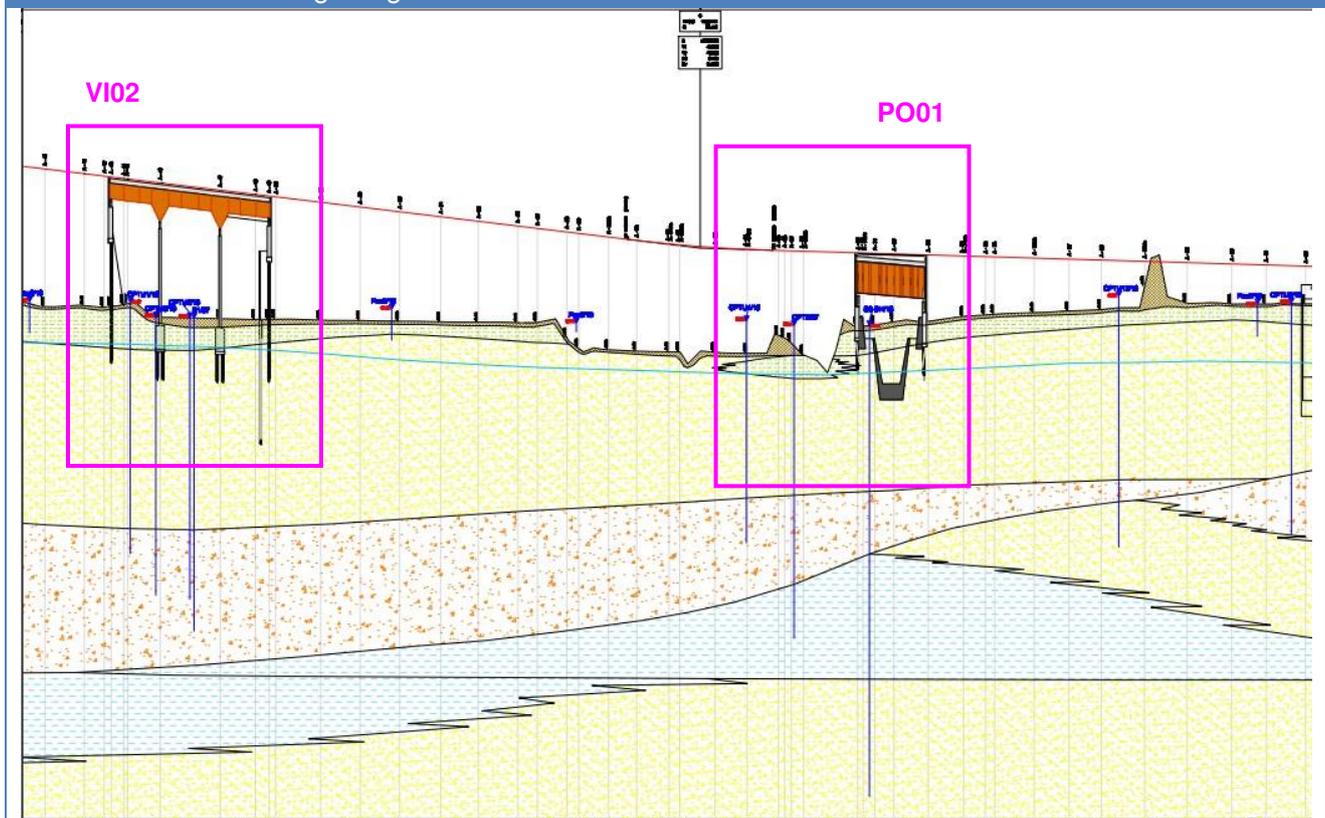
Il viadotto sarà in parte realizzato su un rilevato esistente, costituito da un notevole spessore (alcuni metri) di materiale di riporto. Le indagini sono state eseguite ai piedi del suddetto rilevato e, pertanto, le informazioni sulle profondità sono riferite al piano campagna circostante il rilevato stesso. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda. I terreni naturali superficiali (1-2 m) presentano una capacità portante discreta ($MD1 > 30$ Mpa) e un grado di costipamento medio-alto; inoltre risultano essere fortemente sovraconsolidati ($OCR > 4$). Superati i primi due metri di profondità il terreno si presenta molto addensato ($NSPT > 25$).

Prove di taglio diretto consolidate drenate, eseguite su un campione prelevato a 19.5 m dal p.c., hanno fornito un valore della coesione "**C**" pari a **17.67 (kPa)** e un valore di Φ pari a **26.74°**.

4.2 TRATTO 2 - Progr.: 0 + 792 - 1 + 592

ASSE PRINCIPALE progr.: 0 + 792 - 1 + 592	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
	<p>Viadotto VI02 attraversamento rotatoria svincolo Casalpusterlengo Nord-Zorlesco</p>	<p>0+844 - 0+952</p>	
	<p>Ponti sul Brembiolo (PO04 - asse 43 e PO01 - asse principale)</p>	<p>1+228 - 1+311</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP02A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (VI02)

Profondità attestazione opere	8.00 m dal p.c.
Indagini di riferimento	S1_97 - CPTU1_16 – CPTU2_16 – CPTU3_16 – POZ02 – POZ04 – POZ05
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.6 m) – Limo sabbioso argilloso (da -0.6 a -1.40 m) – Sabbia da fine a media e sabbia limosa (sino a -13 m)
Profondità media della falda	1.80 m
Profondità prelievo campioni	/

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (VI02)

Profondità	W_n	Y_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-0.6	/	/	/	/	/	/	/
0.6-1.4	10-17	/	/	/	/	0.92	14
1.4-13	/	/	/	/	/	/	14 (tra 1.4-10 m) 25 (tra 10-13 m)

I terreni superficiali presentano una capacità portante scarsa (MD1 < 30 Mpa) ma un grado di costipamento mediamente alto. La resistenza meccanica dei terreni migliora progressivamente con la profondità: i primi dieci metri infatti risultano essere “mediamente addensati” (11 < NSPT < 25), mentre a profondità superiori i materiali risultano “molto addensati”(NSPT > 25). Le fondazioni dell’opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (PO01)	
Profondità attestazione opere	5.00 dal p.c.
Indagini di riferimento	S2DH_16 – CPTU4_16 – CPT2_07 – POZ06
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.5 m) – Limo sabbioso argilloso (da -0.5 a -2.00 m) – Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -2.00 a -10.00 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 15.00 m)
Profondità media della falda	3.00 m
Profondità prelievo campioni	1.7 m – 16.8 m – 28.8 m (indisturbati); 3.6 m – 7.6 m - 13.3 m – 15.8 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (PO01)							
Profondità (m)	W_n (%)	Y_{nat} (Mg/m ³)	Φ (°)	C (kPa)	OCR ad.	MD1/MD2 ad.	Nspt
0-0.5	8	/	/	/	/	/	/
0.5-2	17.05	2.01	32.09	4.15	4	0.9	/
2-5	11.79	1.71	30.99	1.09	/	/	2
5-10	18.89	1.68	31.34	0.77	/	/	8
10-15	9.9	/	/	/	/	/	31

I terreni superficiali (da 1 a 2 m di profondità) presentano una capacità portante scarsa ($MD1 < 30$ Mpa) con alto grado di costipamento e risultano essere mediamente sovraconsolidati ($OCR > 3$). La proprietà meccaniche del sottosuolo migliorano gradualmente con la profondità. Entro circa 5 m dal p.c. il terreno si presenta da molto sciolto a sciolto ($NSPT < 3$) e soltanto oltre i 10 m dal p.c., si osserva un apprezzabile addensamento dei materiali. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

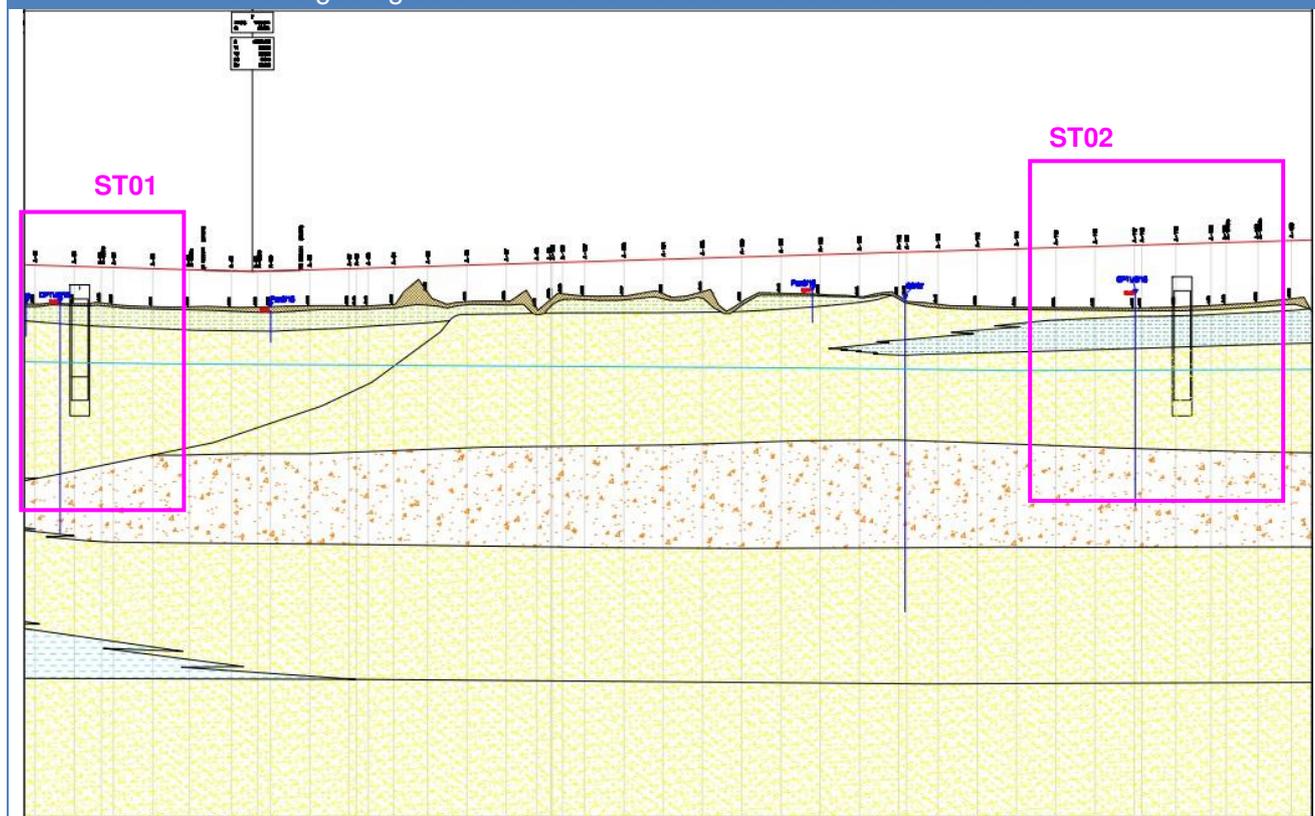
Le analisi sui campioni, prelevati a profondità maggiori rispetto a quelle di attestazione delle opere, hanno fornito i seguenti risultati:

- alla profondità di 16.8 m i terreni presentano un angolo di attrito $\Phi = 30^\circ$, contenuto naturale d'acqua $W_n=24.77$ (%), peso di volume naturale $Y_{nat}=2.02$ (Mg/m³) e una coesione efficace $C'=5.3$ (kPa).
- alla profondità di 28.8 m i terreni presentano un angolo di attrito $\Phi =25.6^\circ$, contenuto naturale d'acqua $W_n=45.6$, peso di volume naturale $Y_{nat}=1.75$ (Mg/m³) e una coesione efficace $C'=13.5$ (kPa), e risulta essere "normalconsolidato" ($OCR=1$)

4.3 TRATTO 3 - Progr.: 1 + 592 - 2 + 367

ASSE PRINCIPALE progr.: 1 + 592 - 2 + 367	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p style="text-align: center;">TRATTO 3</p>	<p>Sottopasso di raccordo alla S.P. 141 (ST01 - asse 15)</p>	<p>1+567 - 1+617</p>	
	<p>Sottopasso Strada Provinciale di Borasca (ST02 - asse 05)</p>	<p>2+267 - 2+325</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP03A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (ST01)	
Profondità attestazione opere	8.00 m
Indagini di riferimento	S2DH_16 – CPTU5_16 – CPT17_07 – POZ07
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.1 m) – Limo sabbioso argilloso (da -0.1 a -1.30 m) – Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -1.30 a -10.00 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 15.00 m)
Profondità media della falda	3.70 m
Profondità prelievo campioni	1.7 m – 16.8 m – 28.8 m (indisturbati); 3.6 m – 7.6 m - 13.3 m – 15.8 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (ST01)							
Profondità	W_n	γ_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1.3	8	/	/	/	/	1.05	/
1.3-2.5	17.05	2.01	32.09	4.15	4	/	/
2.5-5	11.79	1.71	30.99	1.09	/	/	2
5-10	18.89	1.68	31.34	0.77	/	/	8
10-15	9.9	/	/	/	/	/	31

In questo settore, i terreni superficiali (sino ai 2 m di profondità) presentano una capacità portante elevata (MD1 = 150) associata ad un buon livello di costipamento. Tuttavia, sino a circa 5 m di profondità, i materiali hanno scarsa coesione e si presentano prevalentemente sciolti (NSPT = 2). Soltanto oltre 10 m dal p.c. il terreno risulta molto addensato. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (ST02)	
Profondità attestazione opere	7.00 m
Indagini di riferimento	S2_97 – CPTU6_16 – POZ09
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.2 m) – Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -0.2 a -0.50 m) – Argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso (da -0.5 a -2.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -2.5 a – 9.0 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 15.00 m)
Profondità media della falda	4.00 m
Profondità prelievo campioni	/

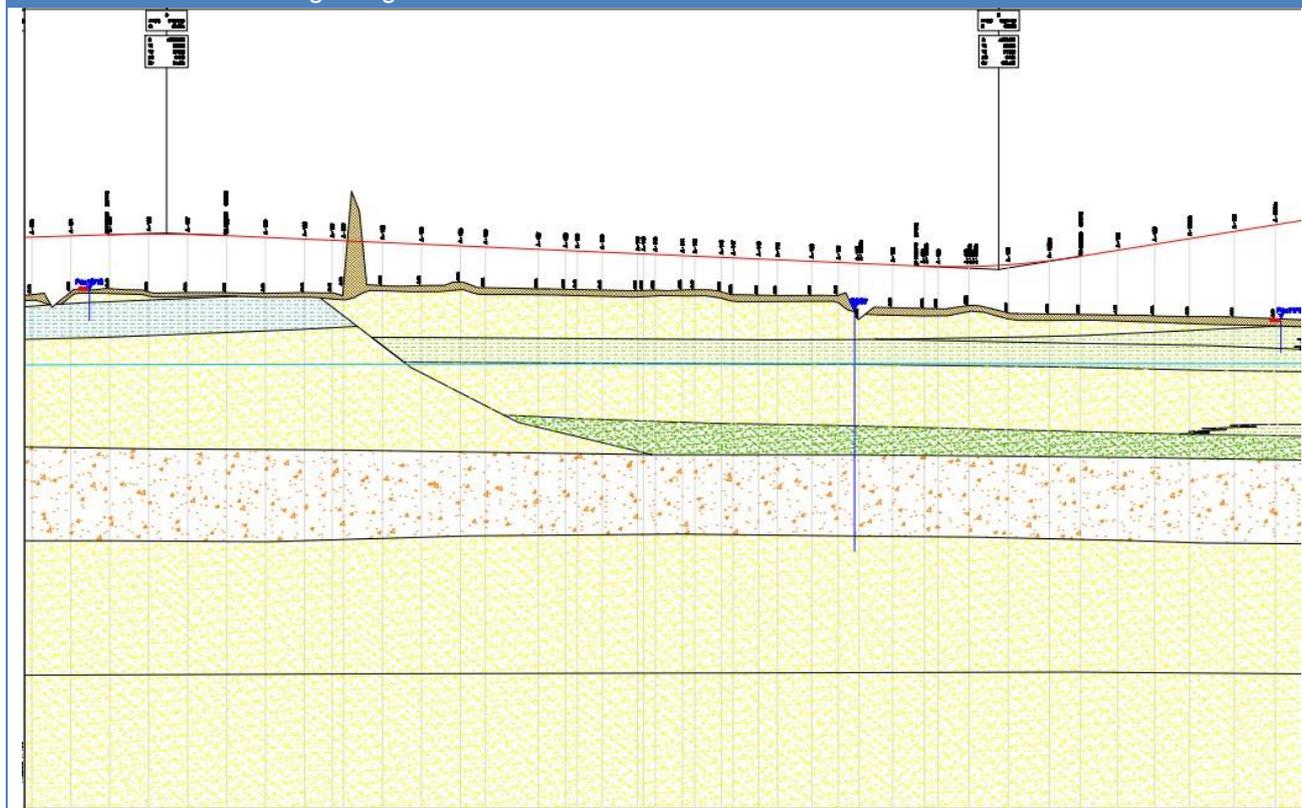
PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (ST02)							
Profondità	W_n	Y_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0- 1.0	14	/	/	/	/	0.22	/
1-2.5	/	/	/	/	/	/	8
2.5-9	/	/	/	/	/	/	14
9-15	/	/	/	/	/	/	15
15-20	/	/	/	/	/	/	17

I terreni interessati dall'opera ST02 sono stati caratterizzati dal punto di vista geotecnico, soltanto attraverso prove in situ e, pertanto, non sono disponibili analisi di laboratorio su campioni. Gli strati più superficiali (da 0 a 2 m) risultano scarsamente costipati e presentano una bassa capacità portante: i valori di NSPT aumentano (> 14) appena oltre 2.5 m di profondità, indicando la presenza di materiali mediamente addensati. A profondità superiori l'addensamento migliora leggermente. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

4.4 TRATTO 4 - Progr.: 2 + 367-3 + 165

ASSE PRINCIPALE progr.: 2 + 367-3 + 165	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p>TRATTO 4</p>	<p>Non vi sono opere di attraversamento</p>	<p>/</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP04A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI

Profondità attestazione opere	/
Indagini di riferimento	S6_97 – CPTU7_16 - POZ11
Tipo di terreno	Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da 0 a -2.00 m) – Limo sabbioso argilloso (da -2.0 a -3.5) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -3.5 a -7.5 m)
Profondità media della falda	3.5 m – 5.0 m
Profondità prelievo campioni	/

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

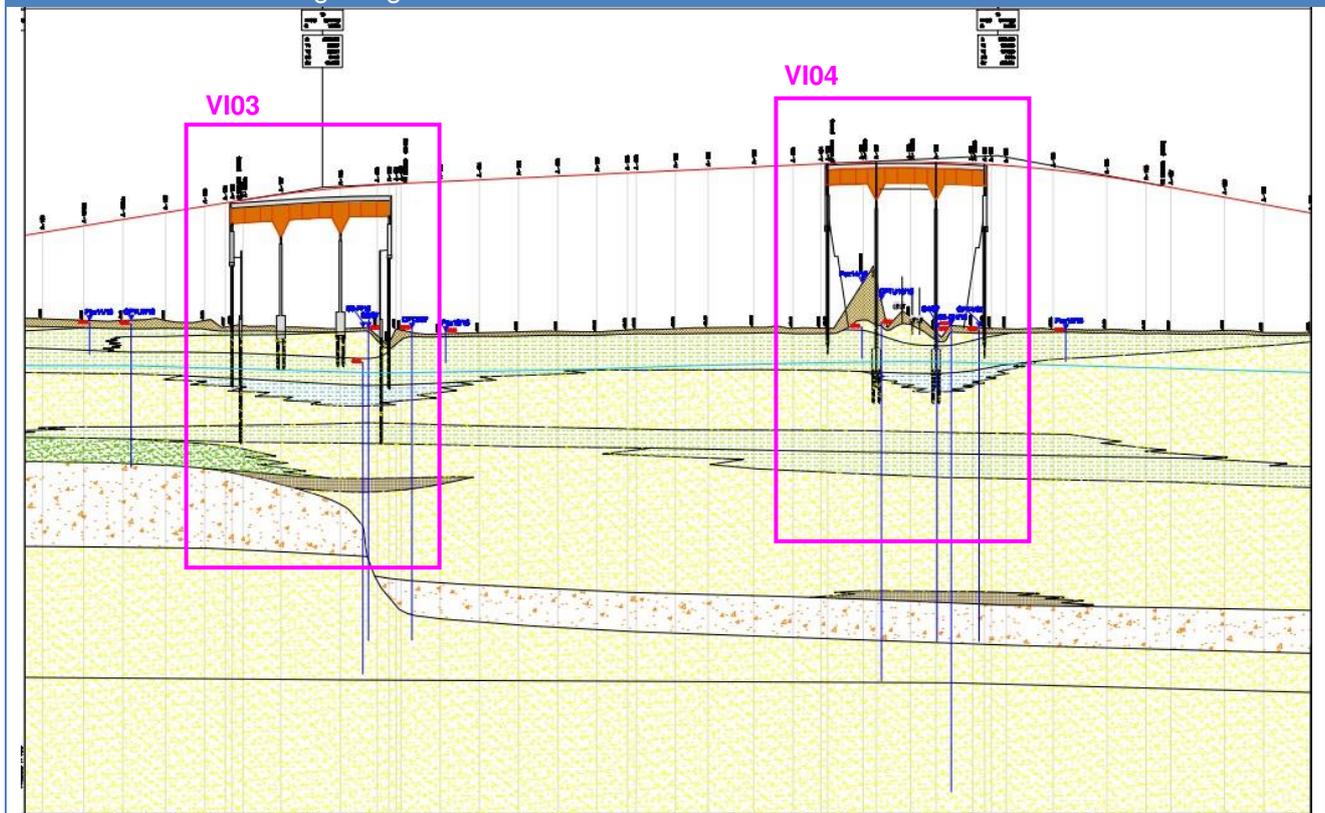
Profondità	W_n	Y_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1	16	/	/	/	/	0.78	/
1-7.5	/	/	/	/	/	/	14
7.5-12	/	/	/	/	/	/	16
12-15.5	/	/	/	/	/	/	25

In questo tratto non vi sono opere significative dal punto di vista strutturale: il progetto prevede essenzialmente la realizzazione di un rilevato stradale. Le prove di carico su piastra eseguite nei pozzetti esplorativi (entro 2 m dal p.c.) hanno restituito un valore del grado di costipamento medio/alto ma una bassa capacità portante (MD1 < 30). Più in profondità, in base ai valori di NSPT (> 25) misurati nel sondaggio S6_97, il grado di addensamento del terreno risulta medio per poi aumentare in maniera significativa oltre 12-13 m dal p.c.

4.5 TRATTO 5 - Progr.: 3 + 165 – 3 + 947

ASSE PRINCIPALE progr.: 3 + 165 – 3 + 947	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p>TRATTO 5</p>	Viadotto VI03 attraversamento rotonda svicolo raccordo S.S.9	3+242 – 3+367	
	Viadotto VI04 Attraversamento linea FF.SS. Casalpusterlengo – Pavia	3+617 – 3+752	
	Ponte sul Brembiolo (PO02 – asse 02.02)	/	
	Sottopasso ciclo-pedonale ST03 (asse 02.02)	/	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP05A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (VI03)	
Profondità attestazione opere	8.00 m
Indagini di riferimento	S3Pz_16 – S3_07 – SCPT2_97 – CPT3_07 – CPTU7_16 – POZ11 - POZ12
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.3 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -0.3 a -1.8 m) - Limo sabbioso argilloso (da -1.8 a -3.5 m) – Argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso (da -3.5 a -4.7 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -4.7 a -6.2 m) - Limo sabbioso argilloso (da -6.2 a -7.3 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -7.3 a -9.5 m) – Limo argilloso a tratti torboso (da -9.5 a -10.4 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 15.00 m)
Profondità media della falda	2.80 m
Profondità prelievo campioni	1.9 m (indisturbati); 5.10 m – 7.8 m – 10.10 m – 17.6 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (VI03)								
Profondità	W _n	Y _{nat}	Φ	C	C'	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1.8	16-22	1.99	24.81	/	45.7	9	0.78 – 0.4	12
1.8-3.5	/	/	/	/	/	/	/	7
3.5-4.7	/	/	/	/	/	/	/	11
4.7-6.2	17.76	/	/	/	/	/	/	11
6.2-7.3	/	/	/	/	/	/	/	16
7.3-9.5	18.92	/	/	/	/	/	/	13
9.5-10.4	16.38	/	/	/	/	/	/	/
10.4-15	/	/	/	/	/	/	/	19

Il sottosuolo interessato dall'opera VI03 è contraddistinto da una notevole variabilità granulometrica sia in senso verticale che orizzontale. In particolare si segnala la presenza di un livello di limo con torba tra i 9.5 e i 10.4 m di profondità, per il quale non vi sono dati relativi alla proprietà meccaniche. I risultati delle prove di carico su piastra mostrano una significativa variabilità anche del grado di addensamento e della capacità portante della coltre superficiale. Relativamente all'addensamento e le qualità di resistenza si segnala un livello di terreno sciolto rilevato ad 1.5 m di profondità nel sondaggio S3_07. Con la profondità i materiali tendono ad addensarsi progressivamente con valori di NSPT crescenti. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (VI04)	
Profondità attestazione opere	5 m
Indagini di riferimento	S4_07 – S5DH_16 – CPTU10_16 – CPT4_07 – POZ14 – POZ15
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.4 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -0.4 a -1.2 m) - Limo sabbioso argilloso (da -1.2 a -3 m) - Argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso (da -3 a -4.2 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -4.2 a -6.9 m) - Limo sabbioso argilloso (da -6.9 a -9.7 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -9.7 a -17 m)
Profondità media della falda	2.3 m
Profondità prelievo campioni	1.80 m – 9.30 m (indisturbati); 8.15 m – 15.10 m – 20.30 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (VI04)							
Profondità	W _n	Y _{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1.2	18-20	/	/	/	/	0.4-0.87	
1.2-3	22.82	2	33.1	2.99	/	/	5
3-4.2	/	/	/	/	/	/	6
4.2-6.9	/	/	/	/	/	/	5 (S4_07) – 21 (S5DH_16)
6.9-9.7	26.18	/	25.77	/	/	/	7
9.7-17	10.44	/	38	/	/	/	33

Anche in questo settore si rileva una più marcata variabilità granulometrica dei terreni e, di conseguenza, delle proprietà meccaniche. A riguardo, si evidenzia la notevole differenza tra i valori di NSPT misurati alla stessa profondità stratigrafica (4-7 m dal p.c.), rispettivamente nei sondaggi S4_07 (NSPT = 5) e S5DH_16 (NSPT = 21), tra loro prossimi. I terreni superficiali presentano una buona capacità portante ed un grado di costipamento variabile da basso a medio-alto. Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (PO02 – ST03)	
Profondità attestazione opere	
Indagini di riferimento	S4DH_16 – CPTU8_16 – CPTU9_16
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -1 m) - Limo sabbioso argilloso (da -1 a -2.5 m) - Limo argilloso a tratti torboso (da -2.5 a -3.8 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -3.8 a -5.6 m) – Sabbia limosa con tracce di ghiaia immersa nella matrice (da -5.6 a -7.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -7.5 a -12.4 m) - Sabbia limosa con tracce di ghiaia immersa nella matrice (da -12.4 a -14 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -14 a -19 m)
Profondità media della falda	0.50 m
Profondità prelievo campioni	1.70 m – 16.8 m (indisturbati); 8.10 m – 11.10 m - 13.30 m (rimaneggiati)

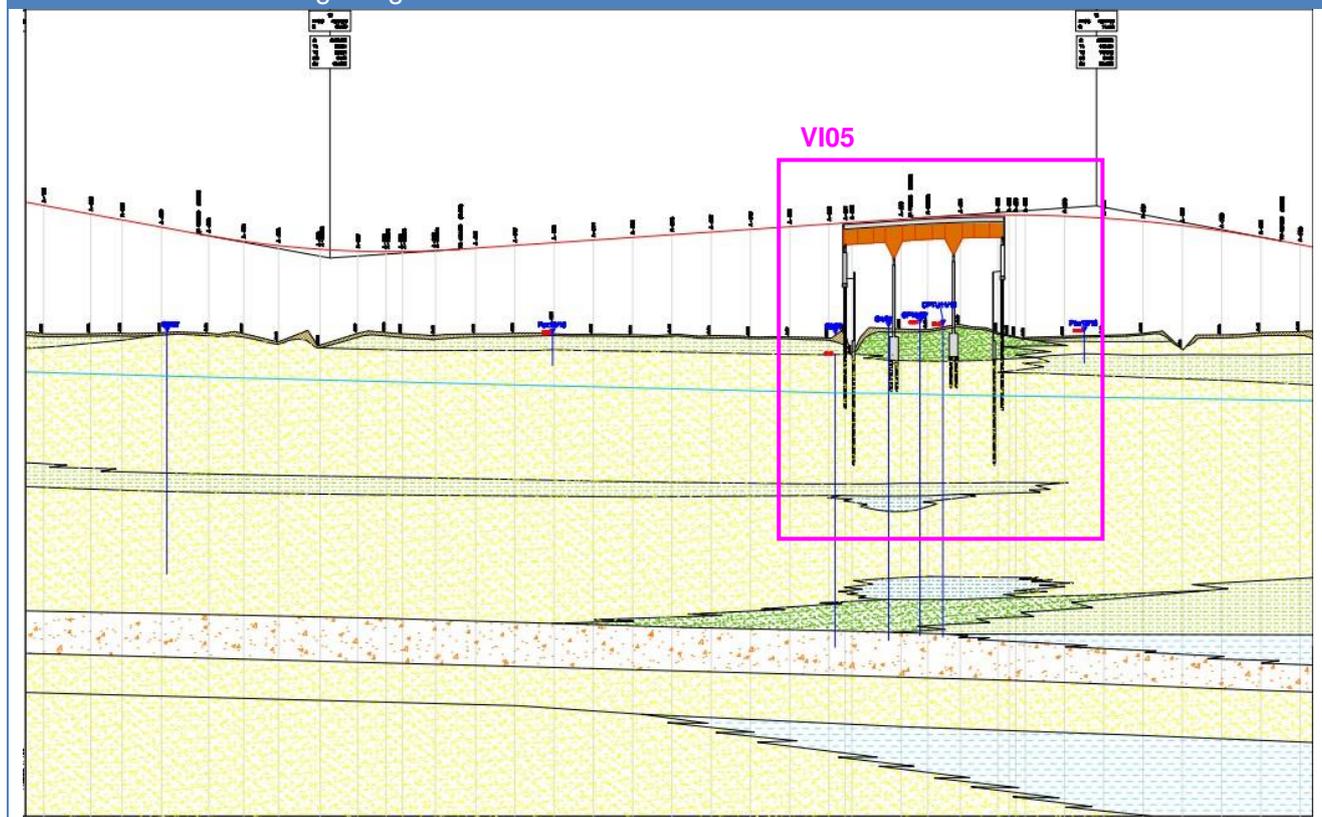
PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (PO02 – ST03)							
Profondità	W _n	Y _{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1	/	/	/	/	/	/	/
1-2.5	19.99	2.04	34.15	2.02	/	/	3
2.5-3.8	/	/	/	/	/	/	/
3.8-5.6	/	/	/	/	/	/	/
5.6-7.5	/	/	/	/	/	/	6
7.5-12.4	13.58	/	/	/	/	/	/
12.4-14	12.37	/	/	/	/	/	27
14-19	33.51	1.89	33.09	3.32	/	/	34

Le fondazioni dell'opera si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda, rilevabile ad esigue profondità per la presenza del colatore Brembiolo. Si evidenzia l'esistenza di un livello di limo con torba tra i 2.5 e i 3.8 m di profondità, per il quale non sono state acquisite informazioni relative alle proprietà meccaniche. I terreni si presentano da molto sciolti a sciolti sino a circa 12 m dal p.c.: oltre questa profondità i valori di NSPT sono sempre superiori a 25.

4.6 TRATTO 6 - Progr.: 3 + 947 - 4 + 717

ASSE PRINCIPALE progr.: 3 + 947 - 4 + 717	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p style="text-align: center;">TRATTO 6</p>	<p>Viadotto VI05 attraversament o rotonda svincolo S.S.234 "Codognese"</p>	<p>4+417 - 4+542</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP06A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (VI05)	
Profondità attestazione opere	9 m
Indagini di riferimento	S4_97 – S5_07 – SCPT3_97 – CPT5_07 – CPTU11_16 – POZ16 – POZ17
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.20 m) - Sabbia limosa con tracce di ghiaia immersa nella matrice (da -0.20 a -2 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -2 a -10 m) – Limo sabbioso argilloso (da -10 a -10.60 m) - Argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso (da -10.6 a -11.4 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -11.4 a -16 m) - Argilla limosa e limo argilloso a tratti sabbioso (da -16 a -17 m)
Profondità media della falda	4 m
Profondità prelievo campioni	13.30 (indisturbati)

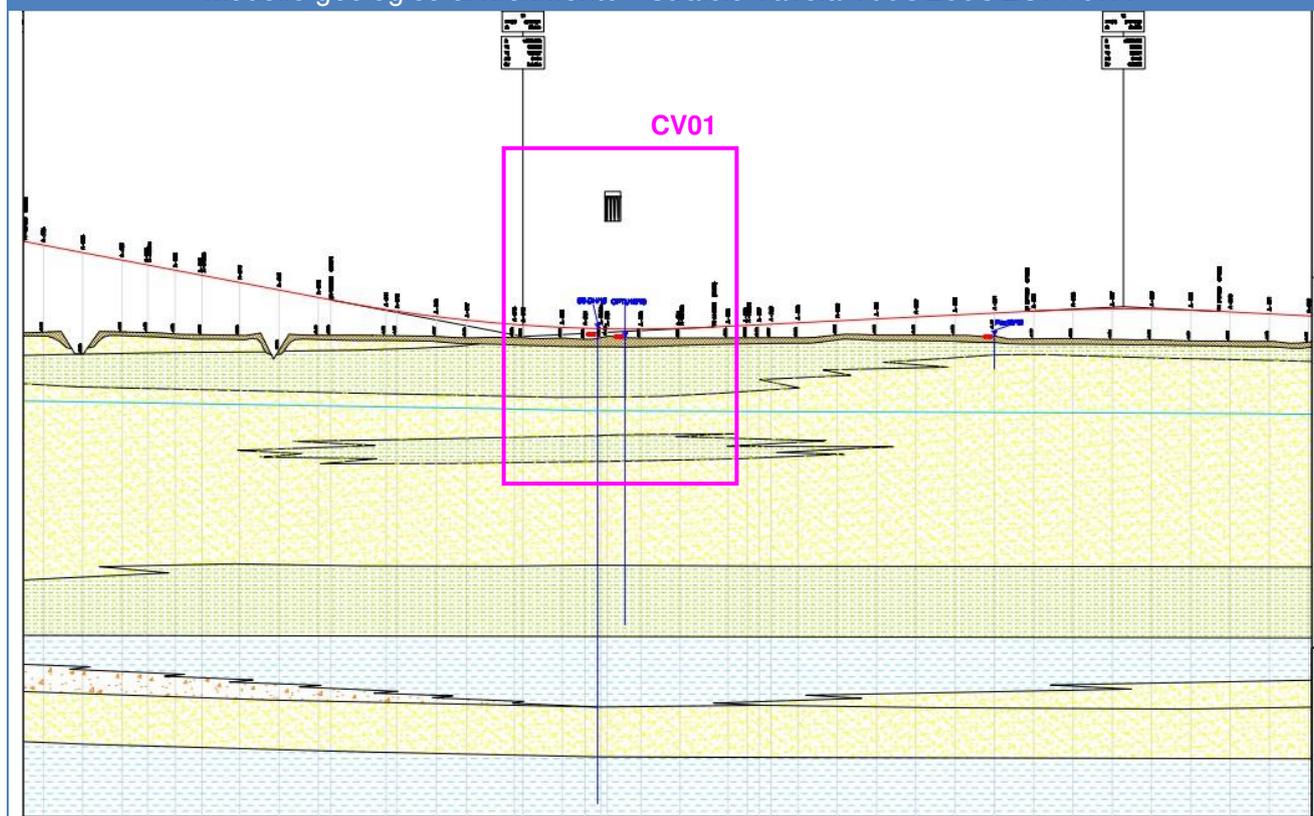
PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (VI05)							
Profondità	W_n	γ_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-0.2	/	/	/	/	/	/	/
0.2-2	/	/	/	/	/	0.29-0.48	/
2-5	/	/	/	/	/	/	8
5-6	/	/	30	/	/	/	12
6-10	/	/	/	/	/	/	9
10-10.60	/	/	/	/	/	/	/
10.6-11.4	/	/	/	/	/	/	/
11.4-14	/	/	36	/	/	/	15
14-16	/	/	/	/	/	/	14
16-17	/	/	36	/	/	/	20

La coltre superficiale (i primi 2 m) presenta un grado di costipamento medio/basso mentre la sua capacità portante è risultata buona in POZ16 e scarsa in POZ17. La resistenza meccanica dei materiali è da considerarsi mediocre entro primi 10 m di profondità, per poi migliorare in relazione all'addensamento dei materiali (NSPT crescenti). Le opere si attestano a profondità interessate dalla falda.

4.7 TRATTO 7 - Progr.: 4 + 717 - 5 + 522

ASSE PRINCIPALE progr.: 4 + 717 - 5 + 522	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p style="text-align: right;">TRATTO 7</p>	<p>Cavalcavia CV01 strada vicinale delle Coste</p>	<p>5+022 - 5+122</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP07A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (CV01)	
Profondità attestazione opere	5 m
Indagini di riferimento	S6DH_16 – CPTU12_16 – POZ18
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.6 m) - Limo sabbioso argilloso (da -0.6 a -4 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -4 a -6.3 m) - Limo sabbioso argilloso (da -6.3 a -8 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -8 a -14.5 m) - Limo sabbioso argilloso (da -14.5 a -19 m)
Profondità media della falda	4.7 m
Profondità prelievo campioni	2 m – 16.8 m – 22.9 m – 28.8 m (indisturbati); 4.1 m – 8.6 m – 12.6 m – 15.6 m – 24.1 m (rimaneggiati)

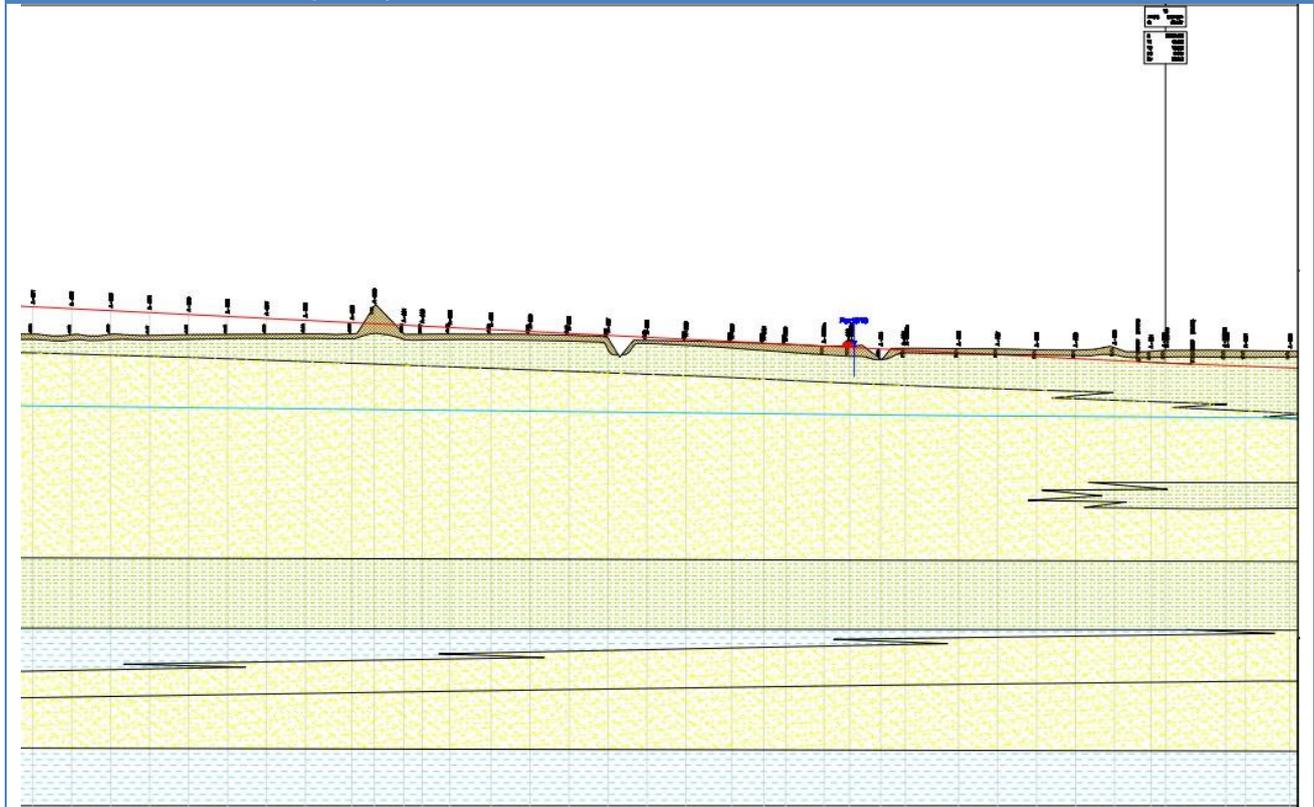
PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (CV01)							
Profondità	W_n	γ_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-0.6	15	/	/	/	/	/	/
0.6-4	23.19	2	27.89	/	6	1.03	11
4-6.3	19.59	/	/	/	/	/	/
6.3-8	/	/	/	/	/	/	6
8-14.5	22.13	/	/	/	/	/	27
14.5-19	26.34	1.99	29.59	/	2	/	/

La coltre superficiale presenta un buon grado di costipamento e buona capacità portante. Al di sotto si ritrova una alternanza di livelli sabbiosi con livelli limosi-sabbioso-argillosi aventi un variabile grado di addensamento: tra questi, si evidenzia l'intervallo stratigrafico compreso tra 6 - 8 m di profondità, costituito da materiali pressoché sciolti e con scarse qualità geotecniche (NSPT = 6). Oltre 8-10 m dal p.c. le proprietà meccaniche migliorano (NSPT > 25). La profondità di attestazione dell'opera interferisce con la circolazione idrica sotterranea.

4.8 TRATTO 8 - Progr.: 5 + 522 - 6 + 303

ASSE PRINCIPALE progr.: 5 + 522 - 6 + 303	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p style="text-align: center;">TRATTO 8</p>	<p style="text-align: center;">Non vi sono opere di attraversamento</p>	<p style="text-align: center;">/</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP08A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI

Profondità attestazione opere	/
Indagini di riferimento	SCPT4_97 - POZ19
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.7 m) - Limo sabbioso argilloso (da -0.7 a -2.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -2.5 a -13.8 m)
Profondità media della falda	4.5 m
Profondità prelievo campioni	/

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

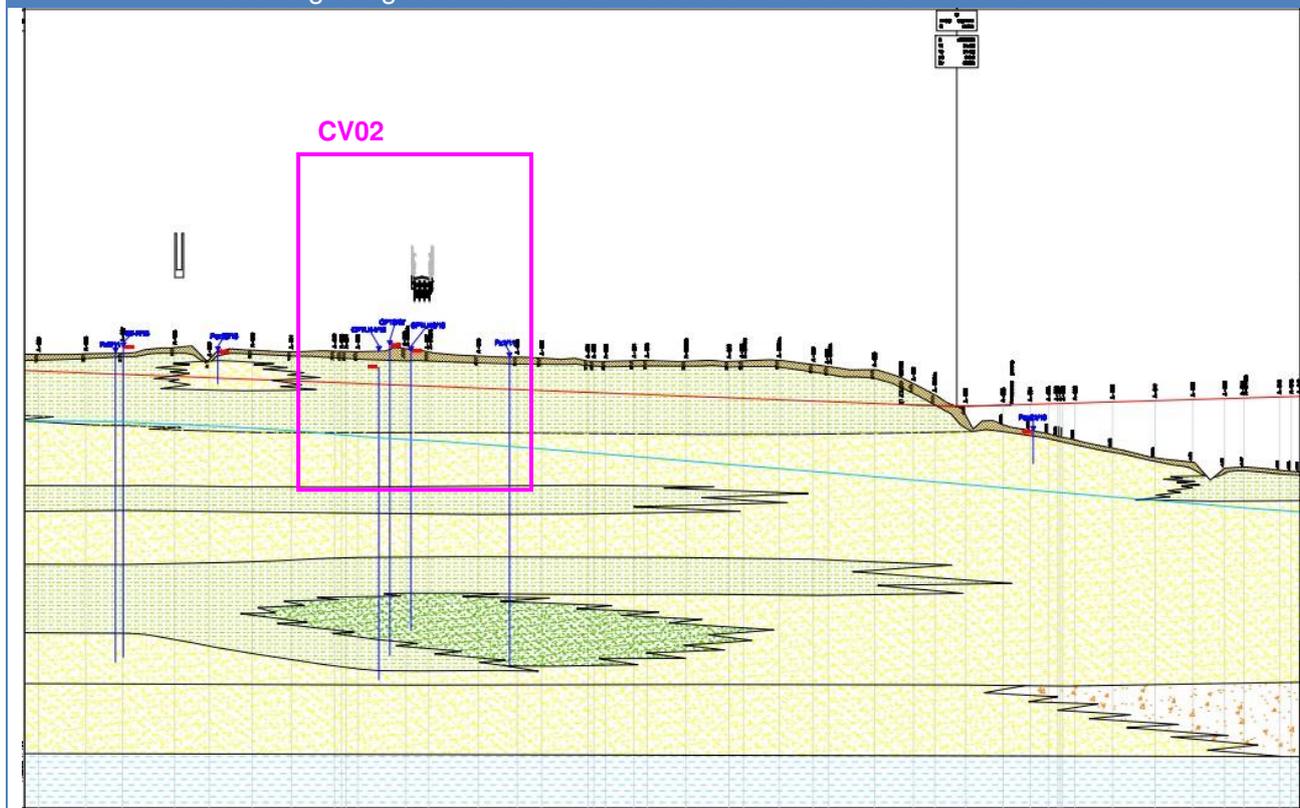
Profondità	W_n	Y_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	/
0-0.7	/	/	/	/	/	/	/
0.7-2.5	19	/	/	/	/	0.31	/
2.5-13.8	/	/	/	/	/	/	/

In questo tratto non vi sono opere di attraversamento: il progetto prevede tratti stradali in rilevato e trincee di esigua profondità. I risultati delle prove di carico su piastra indicano per i terreni superficiali (da 0 a -2 m) un valore del grado di costipamento medio/alto e una media capacità portante (MD1 appena maggiore di 30).

4.9 TRATTO 9 - Progr.: 6 + 303 – 7 + 114

ASSE PRINCIPALE progr.: 6 + 303 – 7 + 114	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
<p>TRATTO 9</p>	<p>Cavalcavia CV02 svincolo S.P.142 (asse 80)</p>	<p>6+539 - 6+554</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP09A

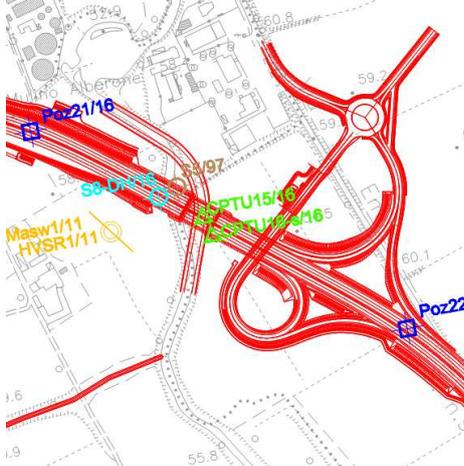


CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (CV02)	
Profondità attestazione opere	
Indagini di riferimento	Pz1_11 – Pz2_11 - S7Pz_16 – CPTU13_16 – CPTU14_16 – POZ20
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.6 m) - Limo sabbioso argilloso (da -0.6 a -5.3 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -3 a -8.8 m) - Limo sabbioso argilloso (da -8.8 a -10.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -10.5 a -13.5 m) - Limo sabbioso argilloso (da -13.5 a -15.7 m)
Profondità media della falda	5 m
Profondità prelievo campioni	1.6 m (indisturbati); 7.6 m – 12.1 m (rimaneggiati)

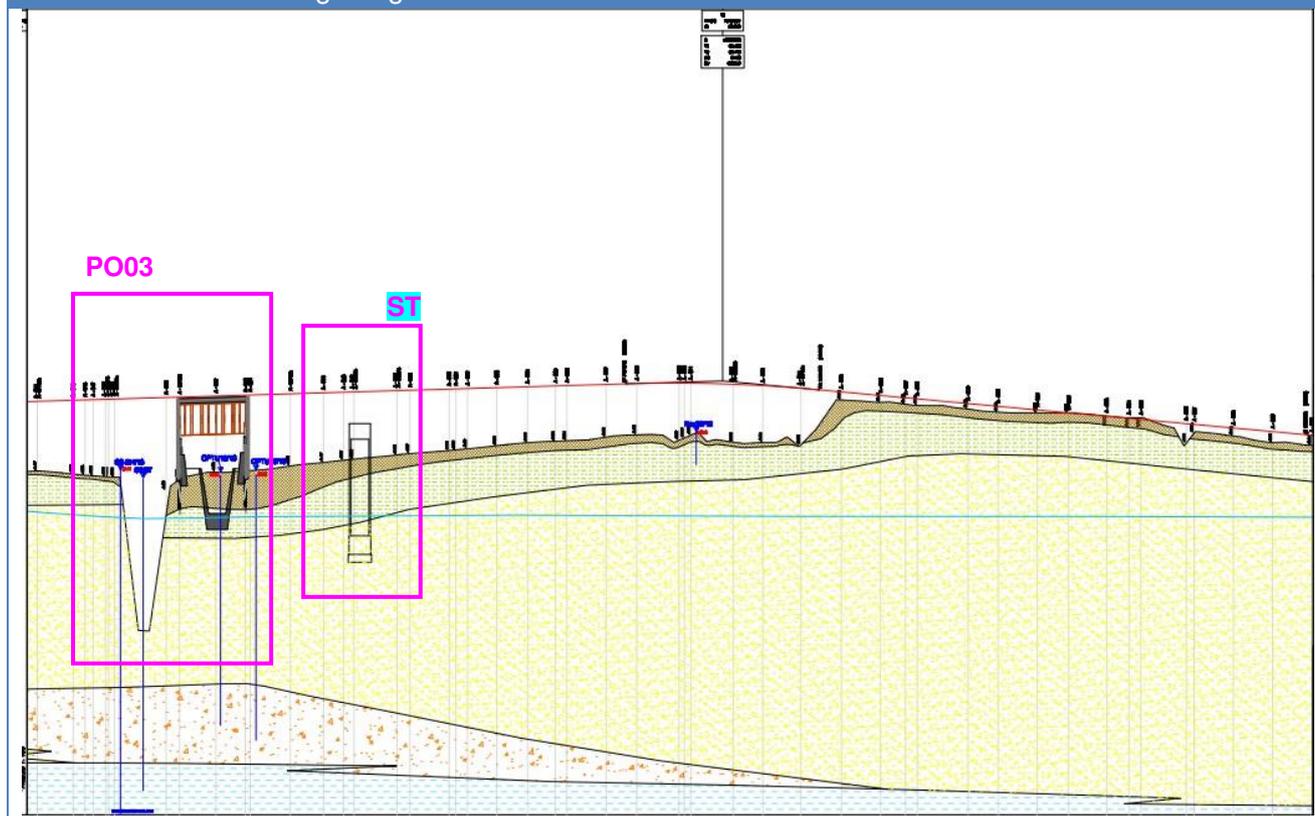
PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (CV02)							
Profondità	W_n	γ_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-0.6	/	/	/	/	/	/	/
0.6-5.3	7	1.82	33.43	2.82	/	0.81	12
5.3-8.8	19.21	/	/	/	/	/	17
8.8-10.5	/	/	/	/	/	/	/
10.5-13.5	19.05	/	/	/	/	/	17
13.5-15.7	/	/	/	/	/	/	22

Gli strati più superficiali (sino a 2 m di profondità) si presentano con un grado di costipamento discreto e buona capacità portante ($MD1 > 30$). Le qualità meccaniche dei terreni, in generale discrete, migliorano sensibilmente oltre i 13 m di profondità. La falda si rinviene intorno a 5 m dal p.c.

4.10 TRATTO 10 - PROGR.: 7 + 114 – 7 + 891

ASSE PRINCIPALE progr.: 7 + 114 – 7 + 891	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
 <p>TRATTO 10</p>	<p>Ponte sul Brembiolo (PO03 – asse principale)</p>	<p>7+190</p>	
	<p>Sottopasso svincolo SS9 Casalpusterlengo Sud</p>	<p>7+127 – 7+316</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP10A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (PO03)

Profondità attestazione opere	4 m
Indagini di riferimento	S5_97 – S8DH_16 – CPTU15_16 – CPTU16_16 – POZ21 – POZ22
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -2.3 m) - Limo sabbioso argilloso (da -2.3 a -4.2 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -4.2 a -13.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 19.00 m)
Profondità media della falda	2.8 m
Profondità prelievo campioni	19.6 m – 22.2 m – 28.3 m (indisturbati); 1.2 m – 5.4 m – 17.6 m – 31.5 m – 37.6 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (PO03 – ST)

Profondità	W _n	Y _{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-2.3	4-26	/	/	/	/	0.09-1.06	/
2.3-4.2	/	/	30	/	/	/	15
4.2-8	22.43	/	/	/	/	/	16
8-12	/	/	/	/	/	/	10
12-13.5	/	/	/	/	/	/	19
13.5-19	24.16	2.02	27.61	10.03	2	/	25

CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI (ST)

Profondità attestazione opere	7 m
Indagini di riferimento	S5_97 – S8DH_16 – CPTU15_16 – CPTU16_16 – POZ21 – POZ22
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -1 m) - Limo sabbioso argilloso (da -1 a -4 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -4 a -15.8 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa con intervalli ghiaiosi (sino a 20.00 m)
Profondità media della falda	3.5 m
Profondità prelievo campioni	19.6 m – 22.2 m – 28.3 m (indisturbati); 1.2 m – 5.4 m – 17.6 m – 31.5 m – 37.6 m (rimaneggiati)

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI (PO03 – ST)

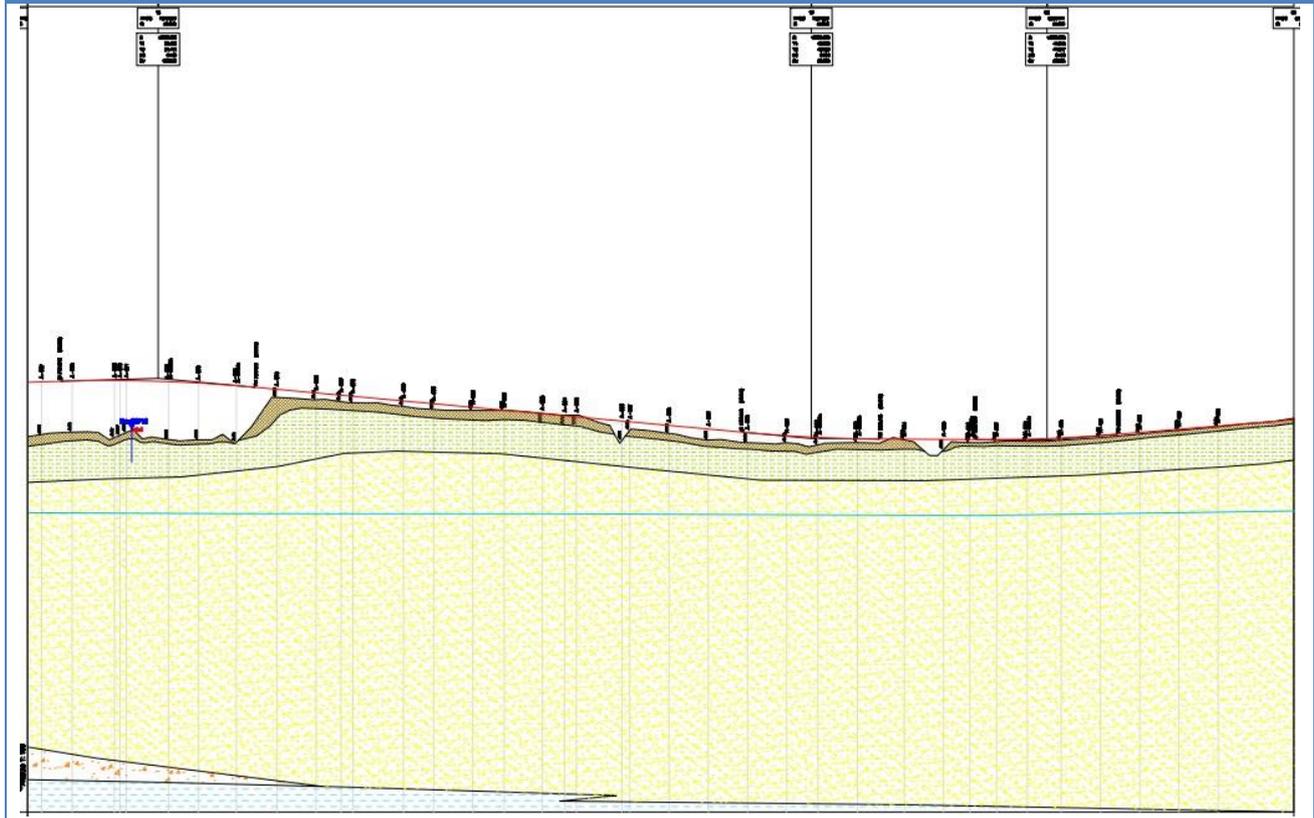
Profondità	W _n	Y _{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-1	4-26	/	/	/	/	0.09-1.06	/
1-4	/	/	30	/	/	/	15
4-8	22.43	/	/	/	/	/	16
8-12	/	/	/	/	/	/	10
12-15.8	/	/	/	/	/	/	19
15.8-20	24.16	2.02	27.61	10.03	2	/	25

Le due opere PO03 e **ST** ricadono in prossimità del T. Brembiolo. Le indagini effettuate, seppure non troppo distanti tra loro, hanno restituito parametri geotecnici piuttosto variabili sia per la coltre superficiale che per i materiali più profondi. In generale i terreni risultano da debolmente addensati a mediamente addensati ($15 < NSPT < 16$) sino alla profondità di circa 8 m: tra 8-12 m dal p.c., i valori di NSPT (=10) indicano un sensibile un peggioramento delle proprietà meccaniche e la presenza di materiali da sciolti a debolmente addensati. Più in profondità si rileva un progressivo addensamento. Le fondazioni delle opere si attesteranno a profondità interessate da presenza di falda.

4.11 TRATTO 11 - PROGR.: 7 + 891 – 8 + 191

ASSE PRINCIPALE progr.: 2 + 367– 3 + 165	Opere principali	progressive	INDAGINI DI RIFERIMENTO
 <p style="text-align: center;">TRATTO 11</p>	<p style="text-align: center;">Non vi sono opere di attraversamento</p>	<p style="text-align: center;">/</p>	

Modello geologico di riferimento - Stralcio Tavola T00GE00GEOFP11A



CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE MAGGIORI

Profondità attestazione opere	/
Indagini di riferimento	SCPT5_97 – POZ22
Tipo di terreno	Terreno vegetale limoso (da 0 a -0.5 m) - Limo sabbioso argilloso (da -0.5 a -2.5 m) - Sabbia da fine a media e sabbia limosa (da -2.5 a -10 m)
Profondità media della falda	4.5
Profondità prelievo campioni	/

PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI

Profondità	W_n	Y_{nat}	Φ	C	OCR	MD1/MD2	Nspt
(m)	(%)	(Mg/m ³)	(°)	(kPa)	ad.	ad.	
0-0.5	26	/	/	/	/	1.06	/
0.5-2.5	/	/	/	/	/	/	/
2.5-10	/	/	/	/	/	/	/

In tale tratto non sono presenti opere significative e le indagini effettuate si possono ricondurre ad una unica prova su piastra in pozzetto, i cui risultati hanno evidenziato una bassa capacità portante ma un buon livello di costipamento degli strati più superficiali del terreno.

5 SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.

STUDIO CORONA S.r.l.

ECOPLAN S.r.l.

I.T. S.r.l.

E&G S.r.l.

CONSORZIO UNING

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

SETAC S.r.l.

ING. RENATO DEL PRETE

DOTT. DANILO GALLO