



COMUNE DI  
PESCANTINA

# RIQUALIFICAZIONE VIA MONTI LESSINI TRATTO TRA VIA MOCENIGA E VIA POSTALE VECCHIA



## PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato

### RELAZIONE INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

# 2.1

Scala -

Progettazione:



**Ing. STEFANO ROSSI**  
Via Vittorini 15/B  
46100 - MANTOVA



COMUNE DI PESCANTINA

LAVORI PUBBLICI

Il Responsabile:

**Ing. BRUNO FANTINATI**

Collaboratori: **Geom. Simone Raimondi**

revisione	data	descrizione	verificato	approvato	data: <b>APRILE 2022</b>
00	04/2022	Prima emissione			

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI  
**PESCANTINA**

RIQUALIFICAZIONE VIA MONTI LESSINI TRA LA  
S.P. 1° E VIA MOCENIGA - 1° STRALCIO

**INDAGINE GEOGNOSTICA  
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

- NORME UNI EN 11531-1 ( 2014 )
- D.M. 17/01/2018-AGGIORNAMENTO DELLE  
“NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”



Dott. geol. Maurizio Chendi

COMMITTENTE

COMUNE DI PESCANTINA

TORRI DI QUARTESOLO, FEBBRAIO 2022

## **INDICE**

- 1.- PREMESSA
- 2.- RIFERIMENTI NORMATIVI
- 3.- INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO
- 4.-INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO  
GENERALE
- 5.- SITUAZIONE GEOLOGICA LOCALE
- 6.- MODELLO STRATIGRAFICO GEOTECNICO
- 7.- MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE
- 8.- CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE E VERIFICHE
- 9.-CONCLUSIONI

## **FIGURE NEL TESTO**

- COROGRAFIA
- UBICAZIONE INDAGINI IN SITO E TRACCIA DELLE SEZIONI GEOLOGICHE  
SEZIONI GEOLOGICHE

## **ALLEGATI A FINE RELAZIONE**

### **ALLEGATO 1:**

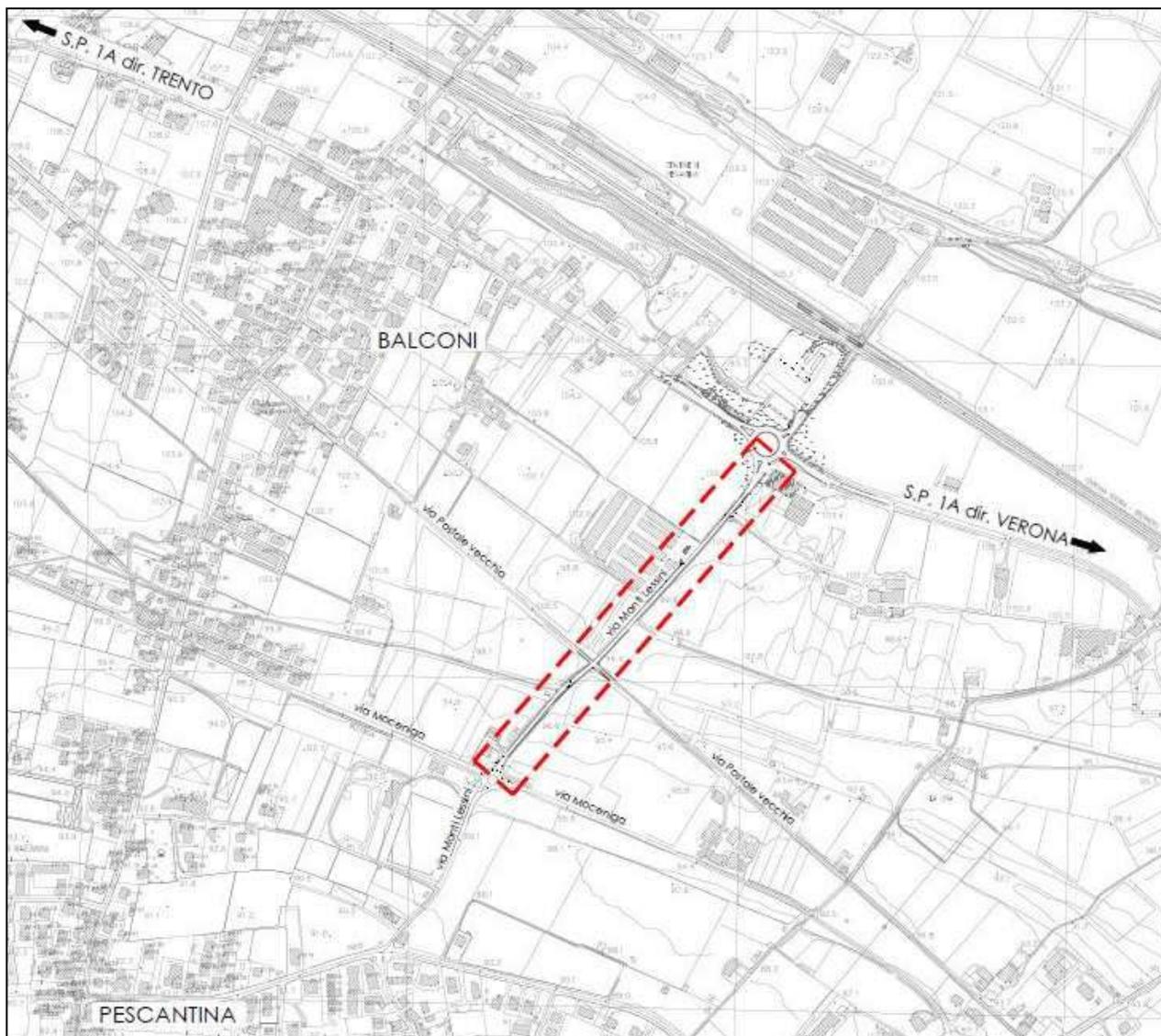
- *Metodi d'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche*
- *Tabelle e diagrammi penetrometrici*

### **ALLEGATO 2:**

- *Rapporto prove geotecniche di laboratorio*

## 1.- PREMESSA

**1.1.-** Su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Pescantina (VR)* (determinazione dell'Area Tecnica n°1248 del 02/12/2021), abbiamo eseguito una indagine geognostica per il progetto di "Riquilificazione via Monti Lessini tra la S.P. 1A e via Moceniga" lungo il 1° stralcio compreso tra via Moceniga e l'intersezione con via Postale Vecchia.



### COROGRAFIA

ESTR. CTR 123110-BUSSOLENGO

Scala 1:5000



Il tratto di interesse relativo al 1° stralcio è riportato su estratto da Google Maps e nella planimetria di raffronto di cui alla Tav. 2.6 del Progetto definitivo .

#### ESTRATTO GOOGLE MAPS



#### Estratto Google Maps



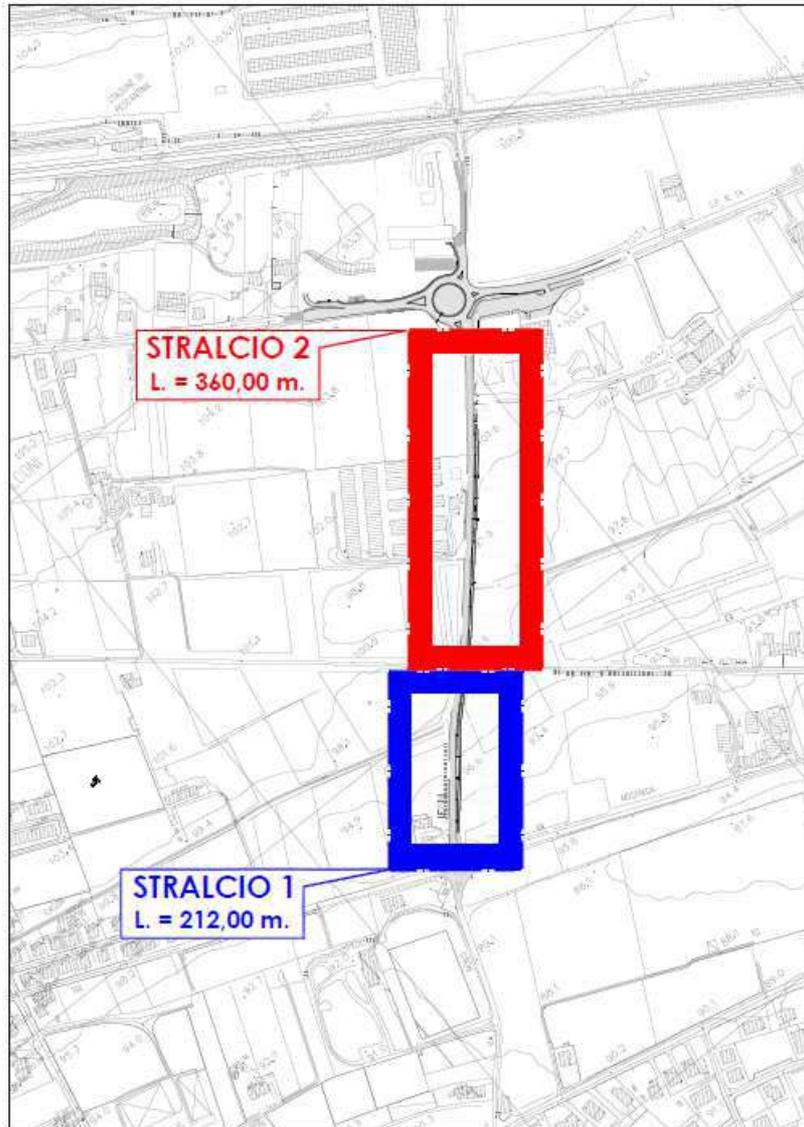
Estratto Tav. 2.6 “Progetto Definitivo” I° Stralcio

**1.2.-** Il progetto di riqualificazione consiste nell’allargamento della sede stradale e nella realizzazione di una pista ciclabile separata da una aiuola finita a verde. Come riportato nelle relazioni generale del progetto “*l’intervento si configura principalmente in:*

- allargamento stradale via Monti Lessini;
- realizzazione di una aiuola spartitraffico;
- realizzazione pista ciclabile e piazzole di sosta;
- ricostruzione manufatti consortili;
- eliminazione interferenze sottoservizi;
- realizzazione impianto di irrigazione e piantumazione”

La lunghezza totale del tratto in riqualificazione è di 572 m suddiviso in due stralci rispettivamente di 212 m per il 1° stralcio e 360 m per il 2° stralcio, come riportato nella figura “**Inquadramento stralci**” della **Tav . 2.5 Progetto definitivo**

## INQUADRAMENTO STRALCI



Estratto Tav. 2.5 “Progetto Definitivo”

La presente relazione geologica e geotecnica è riferita al 1° stralcio ed espone e commenta i risultati delle indagini eseguite indagando il volume significativo di terreno interessato dagli interventi. Vengono qui definiti i valori delle grandezze fisiche e meccaniche, da attribuire ai terreni interpretando le prove eseguite in sito; viene inoltre ricostruito il modello geotecnico, come schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, come previsto ai punti 6.2.1. e 6.2.2. delle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018) con particolare riferimento alla realizzazione della pista ciclabile.

Lungo il tracciato della pista ciclabile in progetto sono state rilevate le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geologiche ed accertate le caratteristiche geotecniche dei terreni per la progettazione della struttura stradale ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, della Norma UNI EN 11531-1 (2014) e della ritirata norma UNI 10006 di valido riferimento.

**1.3.-** Ai sensi delle “Norme tecniche per le costruzioni” (2018), per le necessarie verifiche geotecniche, si definisce un programma di indagini adeguato dal quale ricavare la caratterizzazione e la modellazione geologica e geotecnica del sito. A tal fine sono state eseguite:

- osservazioni e valutazioni su caratteri morfologici dell’area,
- rilievo geologico di superficie da scavi presenti in zona,
- n° 3 prove penetrometriche dinamiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- prelievo di n° 1 campione significativo e rappresentativo dei terreni di appoggio della pista ciclabile (Campione1) da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio,
- prelievo di n° 2 campioni di terreno di scotico (C1-C2) da sottoporre analisi chimiche di laboratorio per la gestione delle terre e rocce da scavo;

Tutte le prove sono state ubicate e quotate in riferimento al rilievo piano altimetrico fornito dallo Studio di progettazione e riportate di seguito nella figura “*Ubicazione indagini in sito e traccia delle sezioni geologiche*”.

## 2.- RIFERIMENTI NORMATIVI

1.1. Tutte le ns. considerazioni e verifiche rispondono alle seguenti norme:

➤ **UNI 11531-1**

*Costruzioni e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture*

*Criteri per l'impiego dei materiali*

*Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati.*

➤ **D.M.L.P. 11/03/1988**

*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.*

➤ **D.M. 17/01/2018**

*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*

➤ **UNI 10006/2002**

*Costruzione e manutenzione delle terre – Tecniche di impiego delle terre*

*Con riferimento al Capitolo 6 – Progettazione geotecnica*

### **6 PROGETTAZIONE GEOTECNICA**

#### **6.1 DISPOSIZIONI GENERALI**

##### **6.1.1 oggetto delle norme**

Il presente capitolo riguarda gli aspetti geotecnici della progettazione e della esecuzione di opere ed interventi che interagiscono con il terreno ed in particolare tratta di:

- opere di fondazione;
- opere di sostegno;
- opere in sotterraneo;
- opere e manufatti di materiali sciolti naturali o di provenienza diversa;
- fronti di scavo;
- consolidamento;
- miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi;
- consolidamento di opere

Il presente capitolo riguarda, altresì, la sicurezza dei pendii naturali e la fattibilità di interventi che hanno riflessi su grandi aree.

##### **6.1.2 prescrizioni generali**

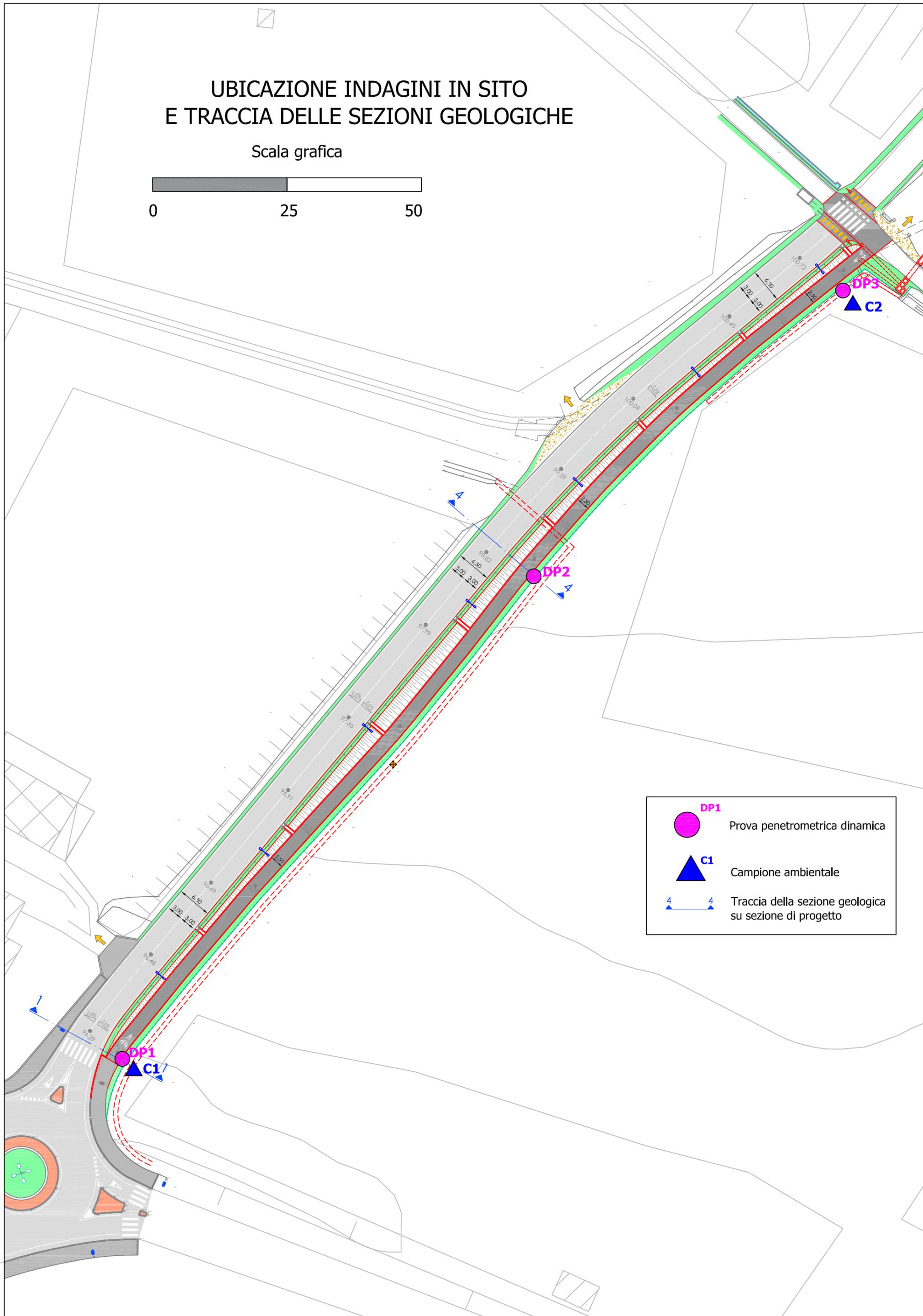
Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese dalle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

*I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al §6.2.1..*

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

# UBICAZIONE INDAGINI IN SITO E TRACCIA DELLE SEZIONI GEOLOGICHE

Scala grafica



	<b>DP1</b>	Prova penetrometrica dinamica
	<b>C1</b>	Campione ambientale
		Traccia della sezione geologica su sezione di progetto

Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, di cui al §6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

## **6.2. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi:

1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;
3. caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici del sottosuolo (cfr §3.2.2);
4. descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;
5. verifica della sicurezza e delle prestazioni;
6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.

### **6.2.1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito**

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente espone e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

### **6.2.2. indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica**

....omissis

Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione



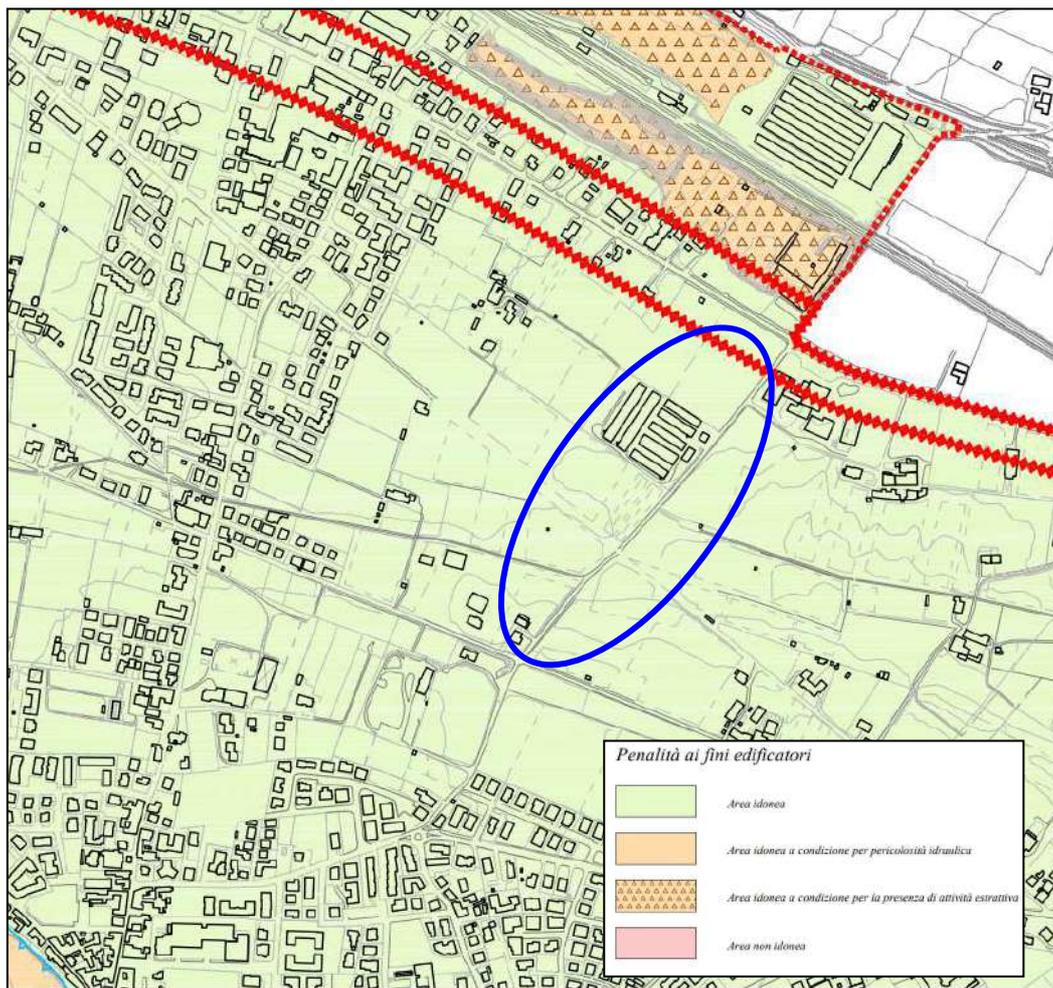
dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità. Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso.

### 3.- INQUADRAMENTO PIANIFICATORIO

3.1.- Il tratto di strada oggetto di riqualificazione, come evidenziato dall'Elaborato 3 "Carta delle Fragilità" del P.A.T. del Comune di Pescantina, per la parte di competenza, ricade in zona classificata come "Area idonea"

Di seguito si riporta un estratto dell'Elaborato 3 "Carta delle Fragilità" del Comune di Pescantina.



Estratto Elaborato 3 "Carta delle Fragilità" del PAT

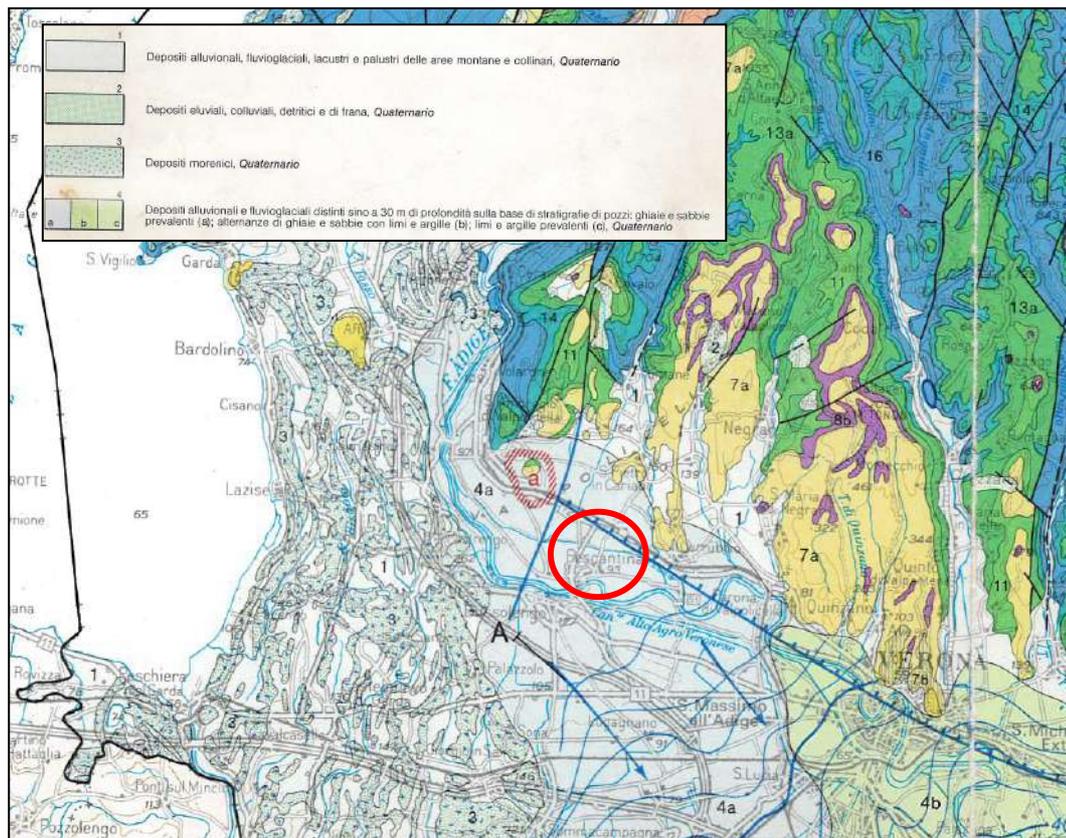
#### 4.- INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

**4.1.-** Il tracciato della pista ciclabile attraversa il territorio comunale di Pescantina in località Balconi ed appartiene territorialmente al bacino idrogeologico dell'alta pianura veneta indicato, nell'ambito del progetto Sampas "Le acque sotterranee della pianura Veneta", come bacino dell'Alta Pianura Veronese (VRA) formatosi nella parte più elevata della conoide fluvioglaciale pleistocenica atesino-gardesana. Entro questa vasta conoide si apre un'ampia vallata tardiglaciale olocenica, percorsa dall'attuale fiume Adige, scavata e delimitata da orli di terrazzo.

Su uno di questi terrazzi poggia il tracciato oggetto di indagine.

Il sottosuolo di questa ampia conoide è costituito prevalentemente da materiali sciolti a granulometria grossa, dalle ghiaie alle sabbie con ciottoli, di origine fluvioglaciale e depositi dal fiume Adige e dai corsi d'acqua provenienti dalle valli dei Monti Lessini.

La natura delle alluvioni si evince dalla "Carta geologica del Veneto", di cui si riporta di seguito un estratto.



Estratto "Carta Geologica del Veneto"

Per il punto di interesse la legenda riporta:

*“Depositi alluvionali e fluviali distinti fino a 30.00 m di profondità.....omissis: ghiaie e sabbie prevalenti”*

**4.2.-** Dal punto di vista idrogeologico il materasso alluvionale presenta una permeabilità molto elevata e contiene una potente falda freatica soggiacente a profondità elevata che può raggiungere i 50 m dal p.c.. Per il sito in esame non si ravvedono possibili connessioni o interferenze tra la falda e la struttura in progetto. Da pozzi eseguiti in zona la falda risulta mediamente soggiacere a profondità compresa fra 35.00 m e 50.00 m dal p.c.



## 5.- SITUAZIONE GEOLOGICA LOCALE

**5.1.-** L'area in esame è localizzata nell'alta pianura veronese, su un terrazzamento fluvio-glaciale, caratterizzato dalla presenza di terreni prevalentemente grossolani ghiaiosi anche con grossi ciottoli e con lenti e strati di sabbia e ghiaia fine.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 154332 Regione: VENETO Provincia: VERONA Comune: PESCANTINA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 80,00 Quota pc sim (m): 100,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 4,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 10,874839 Latitudine WGS84 (dd): 45,488250 Longitudine WGS84 (dms): 10° 52' 29,43" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 29' 17,71" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 163056 Regione: VENETO Provincia: VERONA Comune: PESCANTINA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 114,00 Quota pc sim (m): 101,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 10,000 Portata esercizio (l/s): 3,000 Numero falde: 3 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 10,884839 Latitudine WGS84 (dd): 45,490200 Longitudine WGS84 (dms): 10° 53' 05,42" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 29' 24,73" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/2003	36,00	52,00	16,00	168,000

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1991	50,00	51,00	1,00	10,000

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		SUOLO VEGETALE
2	1,00	80,00	79,00		GHIAIA POLIGENICA ED ETEROGRANULARE IN MATRICE SABBIOSA

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	8,00	8,00		SUOLO
2	8,00	64,00	56,00		GHIAIA CON TROVANTI
3	64,00	72,00	8,00		ARGILLA CON GHIAIA
4	72,00	79,00	7,00		GHIAIA
5	79,00	88,00	9,00		ARGILLA
6	88,00	114,00	26,00		GHIAIA

Le prove eseguite in sito che hanno evidenziato la presenza di uno strato superficiale di terreno vegetale aerato formato da limo sabbioso con ciottoli e humus, di spessore mediamente variabile da 20 a 40 cm, seguito da un livello di ghiaia con sabbia e ciottoli fino alla massima profondità indagata ( 5.0 m dal p.c.).

## 6.- MODELLO STRATIGRAFICO - GEOTECNICO

### 6.1.- Indagini eseguite

Il modello stratigrafico-geotecnico è stato desunto dall'interpretazione delle prove penetrometriche.

Per le prove penetrometriche (DP) è stato usato un penetrometro da 200 kN, modello PAGANI TG 63/200 (Foto 1), nello specifico un penetrometro superpesante classificato tipo "Emilia" secondo l'ISSMFE con massa battente da 63.5 kg e caduta da 75 cm le cui caratteristiche sono riportate di seguito:

- Peso Massa battente : 63,5 Kg
- Altezza di caduta libera: 0,75 m
- Peso sistema di battuta: 0.63 Kg
- Diametro punta conica: 51,00 mm
- Area di base punta : 20,43 cm<sup>2</sup>
- Lunghezza delle aste: 1.00 m
- Peso aste a metro: 6,31 Kg/m
- Profondità giunzione prima asta: 0,40m
- Avanzamento punta: 0,20 m
- Numero colpi per avanzamento punta: N<sub>20</sub>
- Coeff. Correlazione N<sub>SPT</sub>: 1,51
- Rivestimento/fanghi: No
- Angolo di apertura punta: 90°



Foto 1: penetrometro Pagani TG63-200

I tabulati e i diagrammi di prova sono riportati nell'Allegato n° 1 a fine relazione

### 6.2.- Metodi per la determinazione dei parametri geotecnici

La scelta dei valori dei parametri geotecnici dei terreni indagati ai fini progettuali avviene in due fasi:

1. identificazione dei parametri geotecnici più appropriati ai fini progettuali;
2. determinazione dei valori dei parametri geotecnici scelti secondo vari Autori e desumibili dalla tipologia delle prove eseguite in sito;

I parametri geotecnici identificati e appropriati a questa fase progettuale, desunti dalle prove penetrometriche DP, sono:

- **Angolo di resistenza al taglio ( $\varphi^\circ$ )**
- **Densità relativa ( $Dr\%$ )**

La descrizione dei metodi è riportata in ALLEGATO 1 a fine relazione.

Nelle tabelle a seguire i valori dei parametri geotecnici indicati possono rappresentare:

- la media di quelli trovati con i vari metodi,
- quello determinato con il metodo più appropriato per la natura del materiale
- quello medio più rappresentativo basato anche su specifiche esperienze.

### 6.3.- *Situazione stratigrafica e parametrizzazione geotecnica*

Di seguito si riporta la situazione stratigrafica di dettaglio delle definendo, per ogni livello, i valori dei parametri geotecnici scelti.

- **Livello A: da p.c. a – (0.20 ÷ 0.40) m**  
*Terreno aerato con humus limo sabbioso con ciottoli*
- **Livello B: da – (0.20 ÷ 0.40) m a – 5.00 m**  
*Ghiaia sabbiosa debolmente limosa marrone con ciottoli e locali intercalazioni di sabbia, sabbia limosa*

PROVA	Livello/Sottolivello	da (-m)	a (-m)	N <sub>20</sub>	N <sub>SPT</sub>	$\varphi^\circ$	Dr %
DP1	B	0.60	4.00*	49	73.5	>37°	>100
DP 2	B <sup>I</sup>	0.20	3.60	26	39	>37°	>100
	B <sup>II</sup>	3.60	5.00*	14	21	34°	81
DP 3	B <sup>I</sup>	0.60	2.00	20	30	37°	97
	B <sup>II</sup>	2.00	2.40	7	10.5	29°	57
	B <sup>III</sup>	2.40	5.00*	29	43.5	>37°	>100

*\*Fine prova*

Quanto emerso dalle prove penetrometriche è avallato anche da scavi eseguiti in prossimità del tracciato relativo al 2° stralcio ( poco dopo l'intersezione con via Postale Vecchia verso S.P.1 ) dei quali si riportano le foto dei cumuli di materiale scavato (Foto 2 e Foto 3) e dai quali è stato prelevato un campione significativo (Campione 1) per la classificazione geotecnica anche ai fini stradali.



Foto 2



Foto 3

Il terreno campionato deriva da scavi, profondi mediamente un metro, eseguiti per la posa di condotte in cls e si può considerare rappresentativo dei terreni di fondazione della nuova pista ciclabile ( Livello B).

Dalle prove di laboratorio sul **campione 1** (- 0.60 m) rappresentativo del Livello B si evince:

Classificazione visiva: *ghiaia sabbiosa debolmente limosa marrone*

Classificazione UNI 11531-1 - Classe A1-a

% di limo e argilla - passante al setaccio (0.063 mm) = 8.94%

% di sabbia = 10.58

% di ghiaia = 66.27

% di ciottoli = 14.21

Classificazione (Sistema USCS – Unified Soil Classification System): *non determinato*



Di seguito si riportano le tabelle per la classificazione delle terre di cui al campione C1 prelevato da cumulo:

Classificazione generale	Terre granulari - ghiaia e sabbia (passante al setaccio N° 200 inferiore o uguale al 35%)							Terre limo-argillose (passante al setaccio N° 200 maggiore del 35%)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Gruppo di classificazione	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisi al setaccio percentuale passante N° 10 N° 40 N° 200	50 max 30 max 15 max	50 max 25 max	51 max 10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Caratteristiche della frazione passante al setaccio N° 40 Limite liquido; Indice plastico	6 max		N.P.	40 min 10 min	41 min 10 min	40 min 11 min	41 min 11 min	40 min 10 min	41 min 10 min	40 min 11 min	41 min 11 min
Indice di gruppo	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max
Tipi di materiali costituenti il gruppo	Frammenti di roccia, ghiaia e sabbia		Sabbia fine	Ghiaie e sabbie limose o argillose				Suoli limosi		Suoli argillosi	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellente a buono							da mediocre a scadente			

Tab. 1: diagramma della classificazione dei suoli AASHTO

prospetto 1

UNI 11531-1:2014

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbioso Frazione passante al setaccio 0,063 mm ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,063 mm > 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Frazione passante al setaccio 2 mm 0,4 mm 0,063 mm	≤50 ≤30 ≤15	- ≤50 ≤25	- >50 ≤10	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- ≤35	- >35	- >35	- >35	- >35	- >35	- >35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 mm LL (Limite liquido) IP (Indice di plasticità)	- ≤6	- ≤6	- N.P.	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10	≤40 ≤10	>40 ≤10	≤40 >10	>40 >10 IP ≤ LL-30	>40 >10 IP > LL-30	
Indice di gruppo	0		0	0				≤4	≤8	≤12	≤16	≤20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi molto compressibili	Argille poco compressibili	Argille molto compressibili e mediamente plastiche	Argille molto compressibili e molto plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono							Da mediocre a scadente					Da scartare
Azione del gelo sulle qualità portanti	Nessuna o lieve		Media				Molto elevata	Media	Elevata	Media			
Ritiro e rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve				Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato			
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa					Scarsa o nulla					

N.P. = non plastico;  
- = Non necessario per la classificazione.

Tab 2: Classificazione delle terre (Estratto da UNI 11531-1)

Dalle tabelle si evince l'appartenenza al **Gruppo A1** con le seguenti caratteristiche:

- Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo: da eccellente a buono;
- Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo: nessuna o lieve
- Ritiro e rigonfiamento: nullo
- Permeabilità: elevata

I certificati delle prove geotecniche di laboratorio sul Campione 1 sono riportati in ALLEGATO 2 a fine relazione.

Di seguito si riportano n° 3 sezioni geologiche elaborate su sezioni di progetto (Sezione 2, Sezione 4 e Sezione 6) nelle quali si evidenziano i rapporti tra la struttura in progetto e la successione stratigrafica dei terreni.

Le sezioni, definiti i livelli (A-B), identificano il modello geologico/geotecnico del sottosuolo.

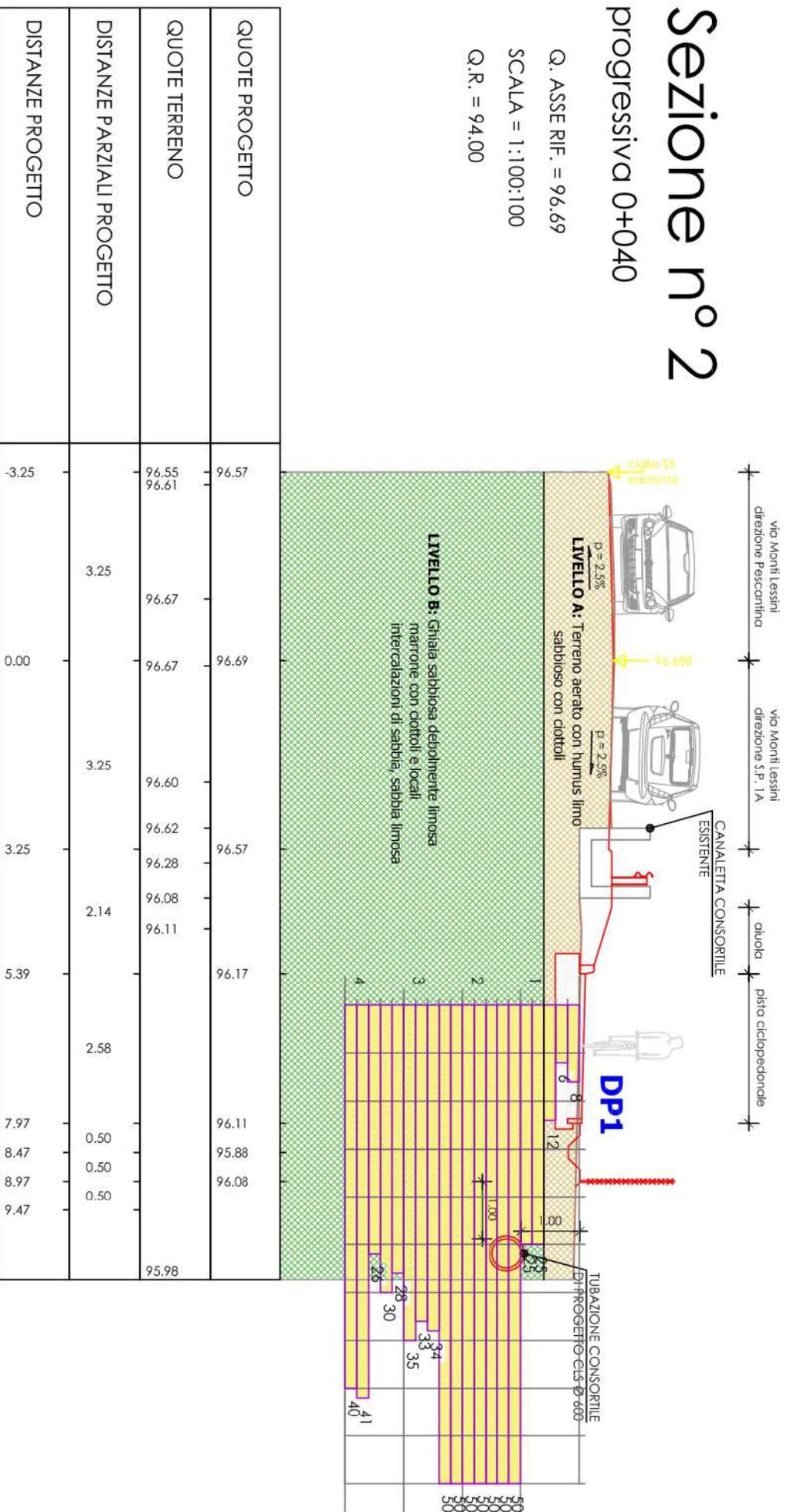
# Sezione n° 2

progressiva 0+040

Q. ASSE RIF. = 96,69

SCALA = 1:100:100

Q. R. = 94,00





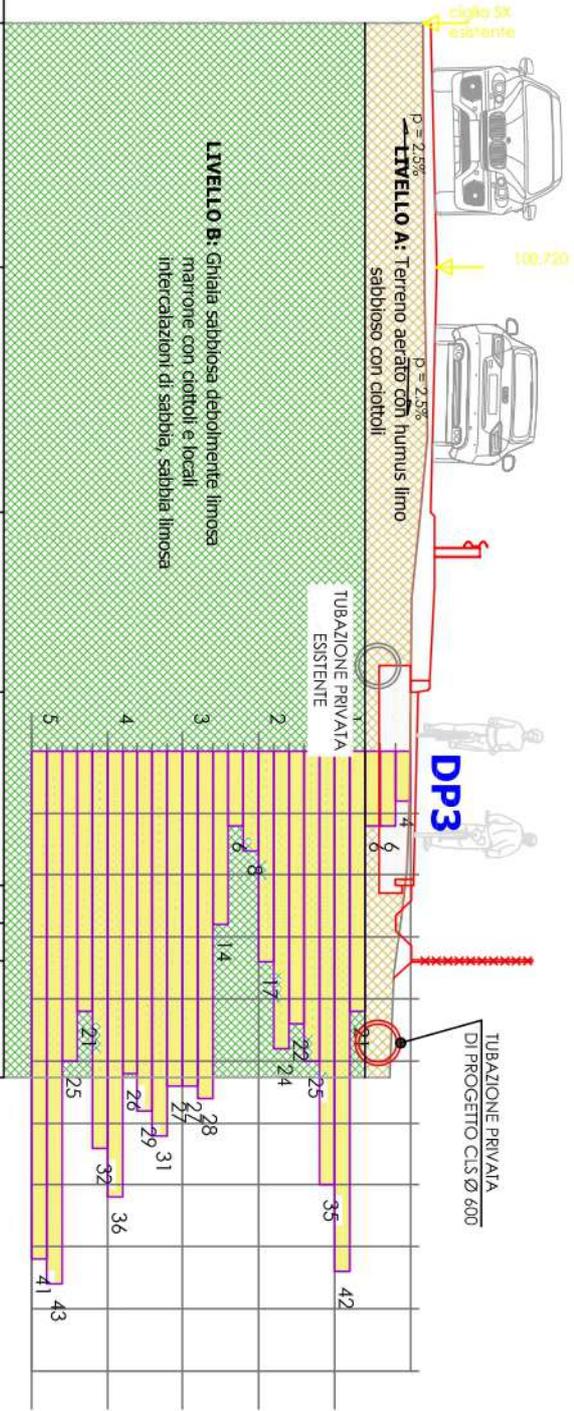
# Sezione n° 6

progressiva 0+200

Q. ASSE RIF. = 100.72

SCALA = 1:100:100

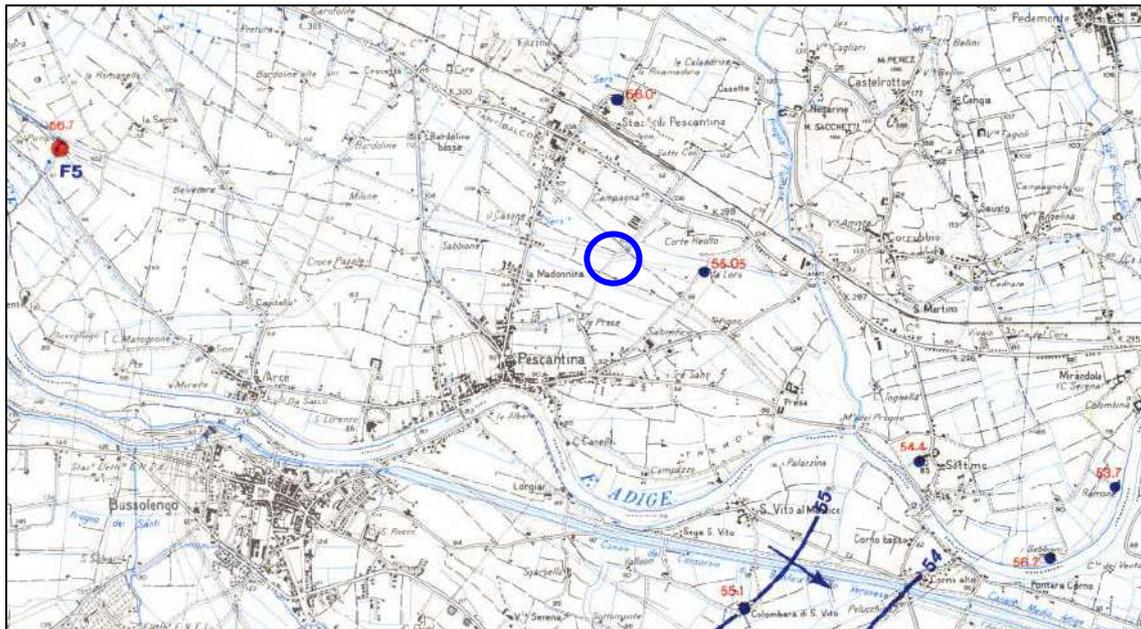
Q.R. = 98.00



QUOTE PROGETTO	100.63	100.72	100.63	100.46	100.35	100.31	100.40	100.37	100.09
QUOTE TERRENO	100.52	100.55	100.58	100.52	100.51	100.37	100.24	100.14	100.09
DISTANZE PARZIALI PROGETTO	3.25	3.25	2.40	2.58	0.50	0.50	9.23		
DISTANZE PROGETTO	-3.25	0.00	3.25	5.65	8.23	8.73	9.23		

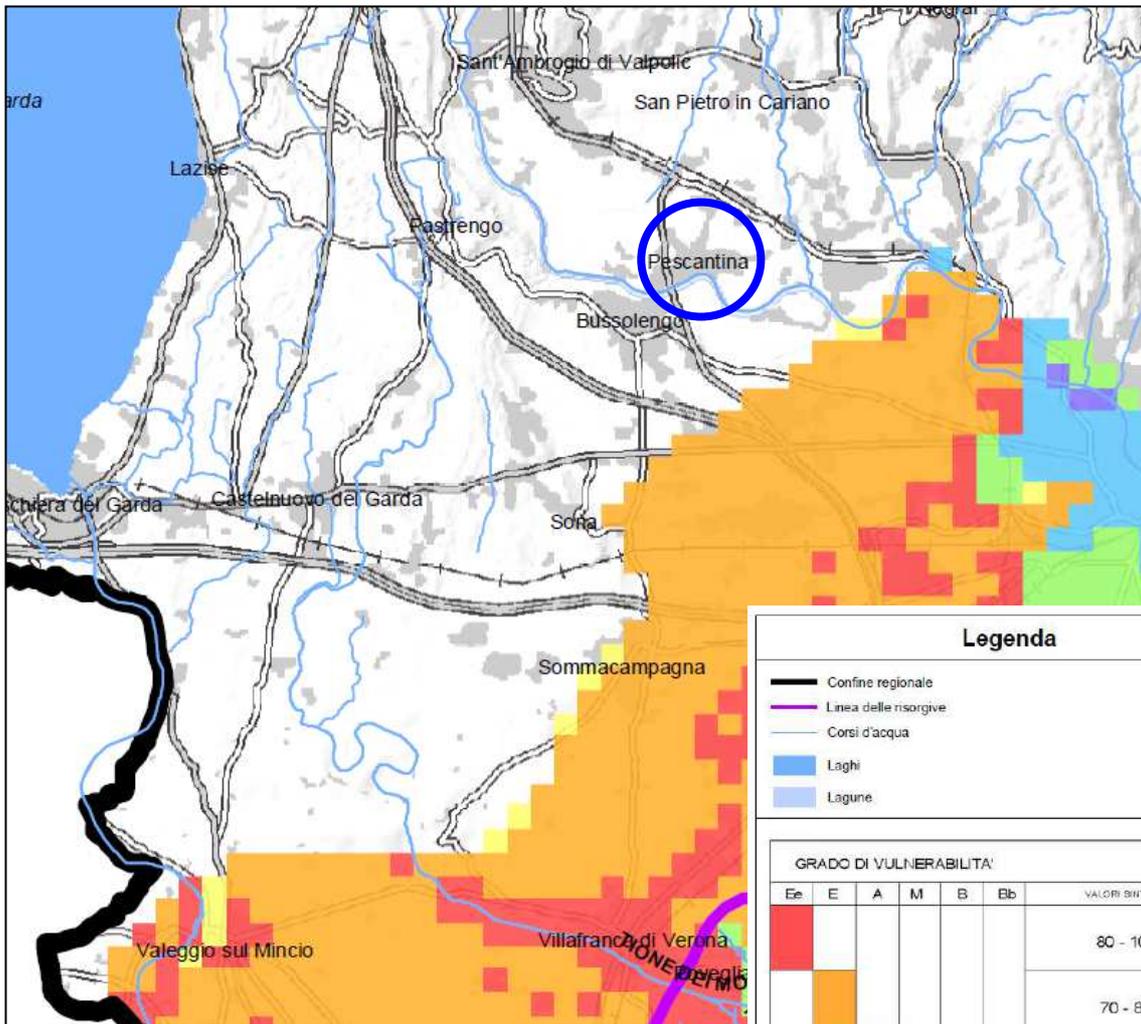
## 7.- MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

7.1.- La falda nell'area di interesse risulta freatica e libera di oscillare all'interno del materasso alluvionale della grande conoide fluvioglaciale. Dalla “*Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige*” (Dipartimento di Geologia dell'Università di Padova – A. Dal Prà e P. de Rossi) si evince che la superficie freatica si posiziona mediamente ad una quota superiore ai 50.0 m slm risultando quindi ad una profondità dal p.c. di oltre 40 m.



Estratto “*Carta idrogeologica dell'Alta Pianura dell'Adige*”

Possono considerarsi nulle le interferenze tra la struttura in progetto e la superficie di falda come di evince anche dalla “*Carta della vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta*” dove per la porzione di territorio del Comune di Pescantina non è stato assegnato nessun grado di vulnerabilità.



Estratto “Carta della vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta”

Considerando comunque la natura del materasso alluvionale ghiaioso ad elevata permeabilità non si possono escludere infiltrazioni che possono interessare il sottosuolo nella porzione superficiale senza interessare la porzione più profonda contenente la falda.

**7.2.-** La permeabilità dei terreni superficiali ghiaiosi si stima come primo riferimento dalle tabelle di correlazione tra i coefficienti di permeabilità verticale e le granulometrie dei depositi proposte da Casagrande - Fadum. ( tabelle tratte da “ ELEMENTI DI GEOTECNICA “ del Prof. P. Colombo ).

k cm/s	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
drenaggio	buono						povero			praticamente impermeabile			
	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo ed argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici				
							terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

grado di permeabilità	valore di k (cm/s)
alto	superiore a 10 <sup>-1</sup>
medio	10 <sup>-1</sup> ÷ 10 <sup>-3</sup>
basso	10 <sup>-3</sup> ÷ 10 <sup>-5</sup>
molto basso	10 <sup>-5</sup> ÷ 10 <sup>-7</sup>
impermeabile	minore di 10 <sup>-7</sup>

Tabelle dei valori indicativi del coefficiente di permeabilità K per vari terreni secondo Casagrande - Fadum. ( tabelle tratte da “ ELEMENTI DI GEOTECNICA “ del Prof. P. Colombo ).

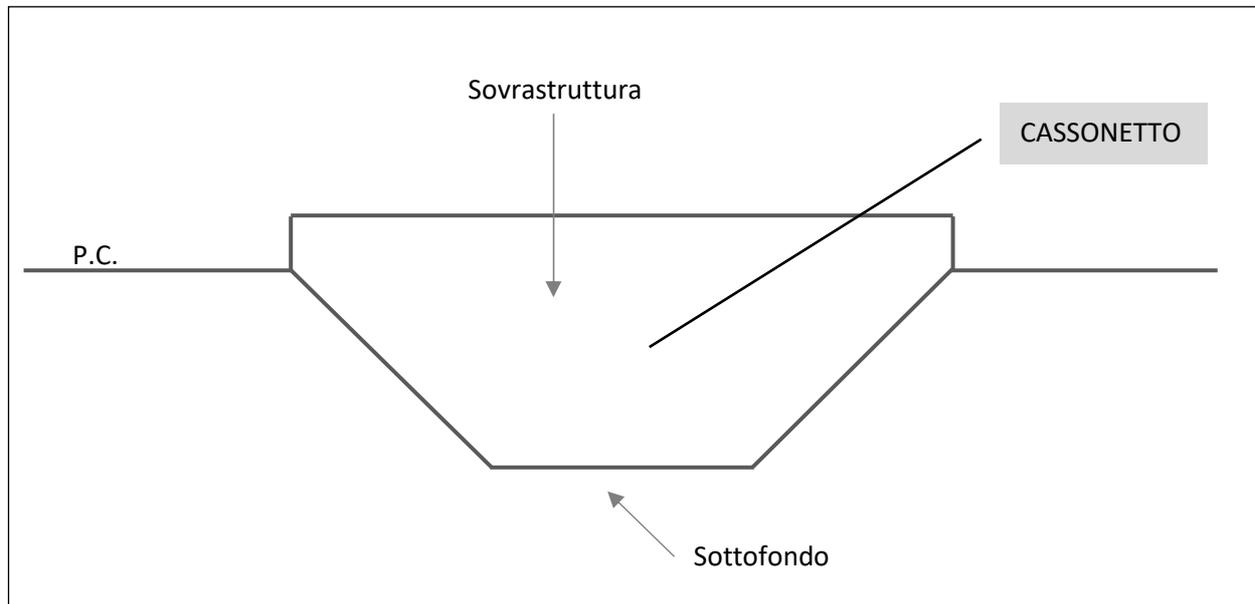
Per i terreni superficiali del livello B, di natura ghiaiosa e sabbiosa si stima un coefficiente di permeabilità K mediamente compreso tra 10 ÷ 10<sup>2</sup> cm/s si possono definire le seguenti caratteristiche idrogeologiche :

1. un grado di permeabilità alto
2. un drenaggio superficiale buono

## 8.- CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE E VERIFICHE

**8.1.-** Per le opere in progetto si definiscono le condizioni di fattibilità geologica e geotecnica in riferimento alla normativa vigente.

La **PISTA CICLABILE** andrà a poggiare su *terreni di sottofondo* caratterizzati da ghiaia sabbiosa debolmente limosa al di sotto dei terreni del Livello A ( Terreno aerato con humus limo sabbioso con ghiaia fine e rari ciottoli) che saranno *asportati per la formazione delle trincee superficiali (cassonetto) su cui poggerà la sovrastruttura stradale.*



Sezione tipo di una trincea superficiale

I terreni di sottofondo risultano appartenere a gruppo A1 sottogruppo A1-a su tutta la lunghezza del 1° stralcio.

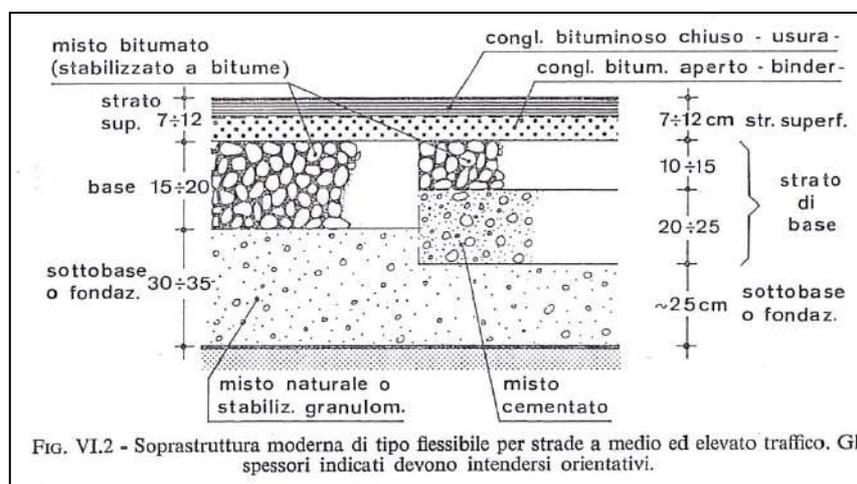
Le caratteristiche desunte dalla “classificazione CNR - UNI 11531” per i terreni del gruppo A1 sottogruppo **A1-a** sono:

- argille molto compressibili e molto plastiche;
- qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo: da eccellente a buono;
- azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo: nessuna o lieve
- ritiro o rigonfiamento: nullo
- permeabilità: elevata.

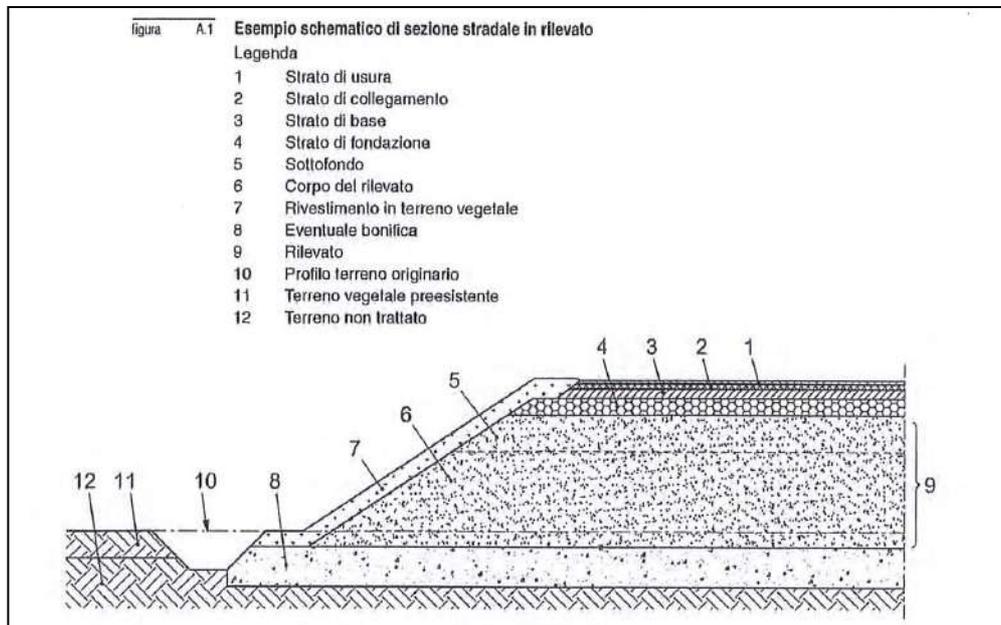
Considerando il terreno ghiaioso del Livello A come “**sottofondo**” della sovrastruttura (pista ciclabile) si può calcolare, **in prima approssimazione e come valore minimo**, lo spessore totale della stessa:

- 1) sia con metodi basati su esperienze fornite da strade esistenti aventi carichi di ruota e sottofondi analoghi al caso considerato (**Gruppo A**);
- 2) sia con metodi che si basano sulla comparazione di prove di resistenza effettuate sul sottofondo e dei risultati ottenuti con pavimenti costruiti su fondazioni di resistenza analoga (**Gruppo B**).

Di seguito si riporta lo schema tipo di sovrastruttura di tipo flessibile per strade a medio ed elevato traffico (tratto da G. Tesoriere - Strade Ferrovie Aeroporti).



Si riporta altresì la Figura A1 dell'Appendice A – un esempio di sezione stradale in rilevato tratta dalla Norma Italiana - UNI 11531-1



**Fig. A.1 Esempio schematico di sezione stradale in rilevato.**

**Metodo dell'Indice di Gruppo (Gruppo A):** è basato sulla determinazione dell'indice di gruppo (IG) del terreno che costituisce il sottofondo (Livello B). Questo metodo semi-empirico viene eseguito mediante il diagramma di D.J. Steele per pavimentazioni flessibili sottoposte a traffico leggero, medio e pesante.

Con riferimento al **Campione 1**, utilizzando il "Diagramma di D.J. Steele", riportato di seguito, tratto da "Strade Ferrovie Aeroporti" di G. Tesoriere, con terreni classificati **A1-a** e Indice di gruppo  $I_g = 0$ , la fondazione o sottobase potrebbe essere anche omessa (**spessore di fondazione (o sottobase) = 0 cm**) considerando il sottofondo eccellente.

**Lo spessore totale della soprastruttura** (parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti di materiali e di spessori diversi, avente la funzione di sopportare complessivamente le azioni indotte dal traffico e di trasmetterle e distribuirle opportunamente attenuate al terreno di appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture nonché di garantire condizioni di sicurezza e confortevolezza alla circolazione stradale - a titolo di esempio sottobase + base + strato superficiale) **risulterà invece rispettivamente di circa:**

**18 cm per traffico leggero** (meno di 50 veicoli commerciali al giorno)

**24 cm per traffico medio** ( da 50 a 300 veicoli commerciali giorno)

**32 cm per traffico pesante** ( oltre 300 veicoli commerciali giorno)

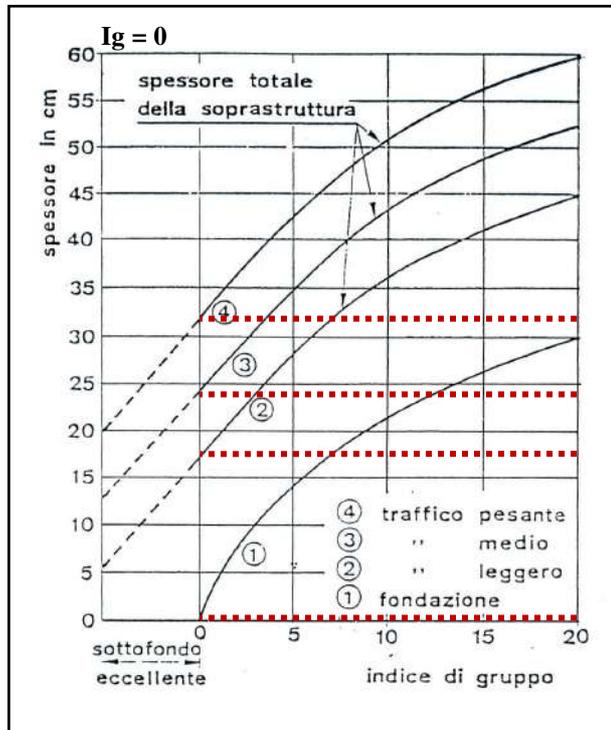


Diagramma per il calcolo dello spessore di una pavimentazione flessibile in base all'indice di gruppo (D.J. Steele).

Gli spessori calcolati con il metodo empirico di D.J. Steele sono da considerarsi solo indicativi e senza valore progettuale, in quanto il metodo è basato sulla determinazione dell'Indice di gruppo  $I_g$  del terreno che costituisce il sottofondo e risulta valido solo nelle condizioni in cui:

- il piano di sottofondo sia compatto al 95 % della densità massima AASHTO standard;
- la fondazione sia compattata al 100 % della densità massima;
- il piano di posa sia sufficientemente al di sopra della falda freatica.

**Rapportando la pista ciclabile ad una strada per traffico leggero lo spessore totale della sovrastruttura non dovrà essere inferiore a 18 cm, come primo valore di riferimento, fermo restando sia accertata la condizione di cui al sopracitato punto a) mediante prove di carico su piastra.**

Sul sottofondo adeguatamente costipato e/o trattato a seconda dei carichi previsti andrà a poggiare la sovrastruttura la quale è costituita da un insieme di strati che risentono delle sollecitazioni indotte dal traffico e pertanto deve avere tre compiti fondamentali:

- 1) Garantire ai veicoli una superficie di rotolamento regolare e sicura;
- 2) Ripartire sul terreno di appoggio (sottofondo) le azioni dei veicoli in modo tale da non indurre deformazioni sul piano viabile;
- 3) Proteggere il terreno sottostante dagli agenti atmosferici.

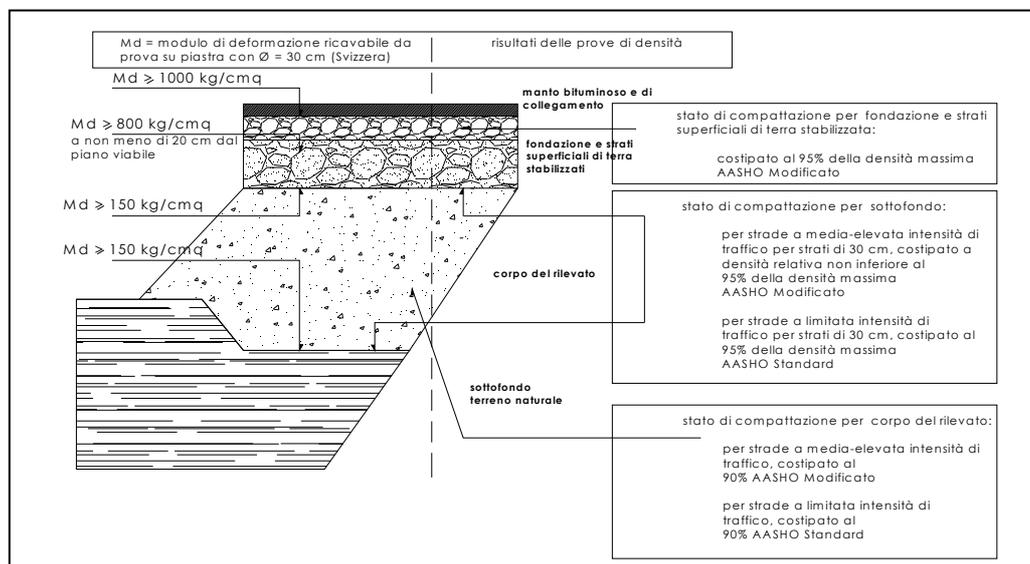
La sovrastruttura è costituita da:

- uno strato superficiale;
- una struttura portante.

Lo *strato superficiale* è composto da conglomerato bituminoso (**binder + usura**) ed è direttamente esposto alle azioni del traffico e degli agenti atmosferici.

La *struttura portante* (fondazione) può essere costituita da uno o più strati composti da sabbie e ghiaie stabilizzate o ghiaie trattate a cemento; ha l'esclusiva funzione di mantenere inalterata la configurazione del soprastante manto e di sopportare e distribuire sul sottofondo le sollecitazioni dovute al traffico.

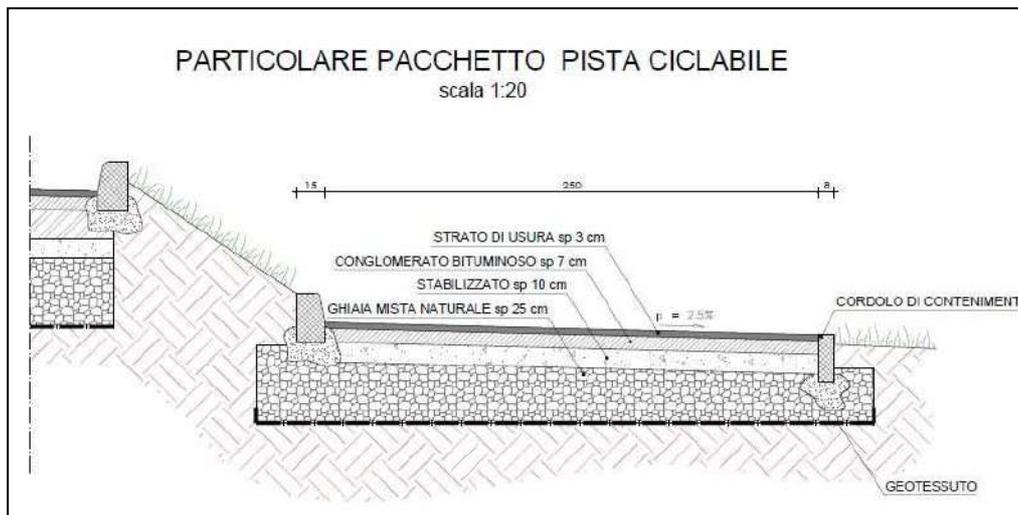
Nella figura a seguire si riporta uno schema tipo della sezione trasversale del corpo stradale con indicate le caratteristiche degli aggregati (Rif. Norma UNI 10006/02).



Schema tipo della sezione trasversale del corpo stradale (Rif. Norma UNI 10006/02)

**Per il caso di specie è ragionevole comunque realizzare una modesta fondazione che compensi gli scavi dovuti allo scotico dei terreni superficiali aerati limo sabbiosi, come previsto dal progetto ( formazione di cassonetto), al fine di riportate a raso il piano di scorrimento della pista ciclabile con il piano campagna circostante.**

Si riporta a seguire la sezione tipo di Tav. 4.3 del progetto definitivo “Particolare pacchetto pista ciclabile”.



## 9.- CONCLUSIONI

**9.1.** Dall'analisi della documentazione bibliografica e d'archivio, dei risultati delle prove in sito ed in laboratorio e delle elaborazioni effettuate si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive in relazione al tracciato del 1° stralcio della pista ciclabile:

- Il tracciato appartiene territorialmente al bacino idrogeologico dell'alta pianura formatosi nella parte più elevata della conoide fluvioglaciale pleistocenica atesino-gardesana.
- La situazione stratigrafica dell'area è caratterizzata, dal p.c. fino alla profondità di 5.00 m da ghiaie sabbiose debolmente limose anche con ciottoli (Livello B) che si stendono fino ad oltre 50 m di profondità dal p.c.;
- I terreni di sottofondo (Livello B di ghiaia sabbiosa debolmente limosa) sono risultati appartenenti al Gruppo A1 Classe A1-a (classificazione UNI 11531-1);
- La falda è profonda e non interferisce con la struttura in progetto; si colloca ad una quota media di oltre 40 m slm.
- Lo spessore della soprastruttura è stato calcolato con il metodo semi-empirico mediante il diagramma di D.J. Steele per pavimentazioni flessibili sottoposte a traffico leggero, medio e pesante. Rapportando la pista ciclabile ad una strada per traffico leggero lo spessore totale della soprastruttura non dovrà essere inferiore a 18 cm, come primo valore di riferimento, fermo restando sia accertata la condizione di cui al sopraccitato punto a) mediante prove di carico su piastra.
- Per il caso di specie è ragionevole comunque realizzare una modesta fondazione che compensi gli scavi dovuti allo scotico dei terreni superficiali aerati limo sabbiosi, come previsto dal progetto (formazione di cassonetto), al fine di riportare a raso il piano di scorrimento della pista ciclabile con il piano campagna circostante.

### **9.2.- Considerazioni finali**

In fase esecutiva si dovrà accertare la rispondenza della caratterizzazione geologica e geotecnica desunta dalle prove con la situazione reale adeguando conseguentemente, in caso di difformità, le verifiche; dovranno altresì essere previste adeguate prove per il controllo dei terreni di sottofondazione e di fondazione, secondo quanto definito dalle Norme.

In riferimento alle NTC 2018 di cui al cap. 6 “Progettazione geotecnica”, la presente relazione definisce *“i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, di cui al § 6.2.2.”*

La presente relazione **non costituisce proposta progettuale**. Il Sig. Progettista potrà eseguire le proprie verifiche e scelte progettuali alla luce dei dati emersi dall’indagine.

Torri di Quartesolo, Febbraio 2022



Dott. Geol. Maurizio Chendi

# ALLEGATO 1

- **METODI D'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**
  
- **TABULATI E DIAGRAMMI PENETROMETRICI**

### Metodi d'interpretazione delle prove penetrometriche

#### Per le prove penetrometriche dinamiche

Per le prove penetrometriche dinamiche il metodo di interpretazione usato consiste nel risalire da  $N_{20}$  (numero di colpi del penetrometro necessari per l'infissione della punta di 20 cm) a  $N_{SPT}$  (numero di colpi della prova standard penetration test) ed usare le correlazioni messe a punto per questo tipo di prova.

Il valore di  $N_{SPT}$  si ricava dalla formula di LaCroix & Horn (1973), secondo cui:

$$N_{SPT} = \left( \frac{W \times H}{6.2 \times D^2 \times L} \right) \times N$$

dove:

- W** = Peso del maglio in Kg  
**H** = Altezza di caduta in cm  
**D** = Diametro del cono in cm  
**L** = Penetrazione standard in cm  
**N** = Numero di colpi misurato nella prova penetrometrica

Il valore corrispondente della costante di trasformazione per il penetrometro superpesante DPSH classificato tipo "Emilia" secondo l'ISSMFE è pari a 1.16, quindi:

$$N_{SPT} = 1.51 \times N_{20}$$

La determinazione dei parametri più significativi dei terreni è stata effettuata con i seguenti metodi:

#### **- Coesione non drenata - $C_u$**

La coesione non drenata viene stimata attraverso i seguenti metodi:

- Correlazione di Sanglerat e "Design Manual for Soil Mechanics" ( $C_u$ )  
Per argille di bassa, media ed alta plasticità

$$C_u = 0.125 \times N_{SPT} \times 10 \text{ (KPa)}$$

#### **- Angolo di resistenza al taglio - $\phi$**

L'angolo di resistenza al taglio viene stimato attraverso i seguenti metodi:

- Metodo secondo Wolf (1989) ( $\phi_1$ )  
$$\phi = 27.1 + 0.3N_{1(60)} - 0.00051N_{1(60)}^2$$
- Metodo "Road Bridge Specification" ( $\phi_2$ )

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi (^{\circ}) = [(15 \times N_{spt})^{0.5}] + 15;$$

dove N<sub>spt</sub> è il numero di colpi medio misurato nello strato.

○ **Metodo “Japanese National Railway” ( φ<sub>3</sub> )**

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi (^{\circ}) = 0.3 \times N_{spt} + 27;$$

dove N<sub>spt</sub> è il numero di colpi medio misurato nello strato.

○ **Metodo secondo Owasaki & Iwasaki ( φ<sub>4</sub> )**

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi (^{\circ}) = [(20 \times N_{spt})^{0.5}] + 15;$$

dove N<sub>spt</sub> è il numero di colpi medio misurato nello strato.

**- Densità relativa – Dr(%)**

La densità relativa viene stimata attraverso i seguenti metodi:

○ **Metodo di Meyerhof (1957) (Dr<sub>1</sub>)**

$$Dr = 21 \sqrt{\frac{N}{0.7 + \frac{\sigma'_v}{98}}}$$

○ **Metodo Terzaghi & Peck ( 1976) (Dr<sub>2</sub>)**

$$Dr = 100 \sqrt{\frac{N_{1(60)}}{60}}$$

○ **Metodo Schultze & Menzenbach (1961) (Dr<sub>3</sub>)**

$$\ln(Dr) = 0.478 \ln(N_{60}) - 0.261 \ln(\sigma'_v) + 2.84$$

Dove σ'<sub>v</sub> è espresso in Kg/cm<sup>2</sup>

○ **Metodo Bazaraa (1977) (Dr<sub>4</sub>)**

$$Dr = \sqrt{\frac{N_{60}}{20(1 + 4.1\sigma'_v)}} \quad se \sigma'_v \leq 0.732$$

$$Dr = \sqrt{\frac{N_{60}}{20(3.24 + 1.024\sigma'_v)}} \quad se \sigma'_v > 0.732$$

○ **Metodo Fardis & Veneziano (1981) (Dr<sub>5</sub>)**

$$\ln(Dr) = \frac{\ln(N_{60}) - [2.67 + 0.442 \ln(\sigma'_v)]}{2.06}$$

Dove σ'<sub>v</sub> è espresso in psi ( 1 psi ~0.07 Kg/cm<sup>2</sup>)

- **Metodo Kokusho & al. ( 1983) (Dr<sub>6</sub>)**

$$Dr = 36 \left( \frac{N}{\frac{\sigma'_v}{98} + 1.5} \right)^{0.37}$$

- **Metodo Yoshida & al. ( 1988) (Dr<sub>7</sub>)**

$$Dr = 25 \left[ (N_{SPT})_{60} \left( \frac{60}{78} \right) \right]^{0.46} \times (\sigma'_v)^{-0.12}$$

- **Metodo Hatanaka & Feng ( 2006) (Dr<sub>8</sub>)**

$$Dr = 1.55N_1 + 40 \quad \text{per} \quad 0 \leq N_1 \leq 25$$

$$Dr = 0.84N_1 + 57.8 \quad \text{per} \quad 25 \leq N_1 \leq 50$$

Dove:

$N_1$  = Numero di colpi  $N_{630}$  corretto per l'influenza della pressione litostatica  $\sigma'_v$  ricavato dalla formula:

$$N_1 = CN \times N_{30}$$



**MODELLO GEOTECNICO**

**DP 1**

Livello	N <sub>30</sub>	N <sub>SPT</sub>	da m	a m	Prof. <sub>media</sub> m	σ' <sub>v</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>N</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>1(60)</sub>	N <sub>1</sub>
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli									
<b>B</b>	49	73,50	0,6	4	2,3	0,414	1,50	55,13	82,69	73,50

**Calcolo dell'angolo d'attrito (φ°) secondo vari Autori**

Livello	φ°(1) Hatanaka e Uchida	φ°(2) Wolff	φ°(3) Road Bridge Specificatio	φ°(4) Japanese Nation Railway	φ°(5) Owasaky & Iwasaki
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli				
<b>B</b>	56	48	48	49	53

**Calcolo della densità relativa (Dr) secondo vari Autori**

Livello	Dr(1) %	Dr(2) %	Dr(3) %	Dr(4) %	Dr(5) %	Dr(6) %	Dr(7) %	Dr(8) %	Dr(9) %
	Meyerhof	Terzaghi e Peck	Schultze e Menzenbach	Bazaraa	Fardis e Veneziano	Kokusho	Yoshida	Hatanaka e Feng	Skempton
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli								
<b>B</b>	>100	>100	>100	>100	>100	55	90	>100	>100

**DP 2**

Livello	N <sub>30</sub>	NSPT	da m	a m	Prof.media m	$\sigma'_v$ Kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>N</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>1(60)</sub>	N <sub>1</sub>
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli									
<b>B<sup>I</sup></b>	26	39,00	0,2	3,6	1,9	0,342	1,50	29,25	43,88	39,00
<b>B<sup>II</sup></b>	14	21,00	3,6	5	4,3	0,774	1,13	17,85	20,10	15,76

**Calcolo dell'angolo d'attrito ( $\varphi^\circ$ ) secondo vari Autori**

Livello	$\varphi^\circ(1)$ Hatanaka e Uchida	$\varphi^\circ(2)$ Wolff	$\varphi^\circ(3)$ Road Bridge Specificatio	$\varphi^\circ(4)$ Japanese Nation Railway	$\varphi^\circ(5)$ Owasaky & Iwasaki
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli				
<b>B<sup>I</sup></b>	46	39	39	39	43
<b>B<sup>II</sup></b>	38	33	33	33	35

**Calcolo della densità relativa (Dr) secondo vari Autori**

Livello	Dr(1) %	Dr(2) %	Dr(3) %	Dr(4) %	Dr(5) %	Dr(6) %	Dr(7) %	Dr(8) %	Dr(9) %
	Meyerhof	Terzaghi e Peck	Schultze e Menzenbach	Bazaraa	Fardis e Veneziano	Kokusho	Yoshida	Hatanaka e Feng	Skempton
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli								
<b>B<sup>I</sup></b>	>100	86	>100	78	100	44	69	91	>100
<b>B<sup>II</sup></b>	64	58	73	47	66	34	50	64	81



**DP 3**

Livello	N <sub>30</sub>	NSPT	da m	a m	Prof.media m	σ' <sub>v</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>N</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>1(60)</sub>	N <sub>1</sub>
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli									
<b>B<sup>I</sup></b>	20	30,00	0,6	2	1,3	0,234	1,50	22,50	33,75	30,00
<b>B<sup>II</sup></b>	7	10,50	2	2,4	2,2	0,396	1,50	7,88	11,81	10,50
<b>B<sup>III</sup></b>	29	43,50	2,4	5	3,7	0,666	1,21	32,63	39,60	35,20

**Calcolo dell'angolo d'attrito (φ°) secondo vari Autori**

Livello	φ°(1) Hatanaka e Uchida	φ°(2) Wolff	φ°(3) Road Bridge Specificatio	φ°(4) Japanese Nation Railway	φ°(5) Owasaky & Iwasaki
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli				
<b>B<sup>I</sup></b>	43	37	36	36	39
<b>B<sup>II</sup></b>	33	31	28	30	29
<b>B<sup>III</sup></b>	45	38	41	40	44

**Calcolo della densità relativa (Dr) secondo vari Autori**

Livello	Dr(1) %	Dr(2) %	Dr(3) %	Dr(4) %	Dr(5) %	Dr(6) %	Dr(7) %	Dr(8) %	Dr(9) %
	Meyerhof	Terzaghi e Peck	Schultze e Menzenbach	Bazaraa	Fardis e Veneziano	Kokusho	Yoshida	Hatanaka e Feng	Skempton
<b>A</b>	Terreno aerato con humus limoso sabbioso con ciottoli								
<b>B<sup>I</sup></b>	97	75	>100	76	96	40	64	83	97
<b>B<sup>II</sup></b>	53	44	59	39	51	27	37	56	57
<b>B<sup>III</sup></b>	96	81	>100	66	92	45	67	87	>100

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Ing. Stefano Rossi Descrizione: Località: Via Monti Lessini - Pescantina	
---	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: ISSME (63,5 Kg)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,51
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °



## PROVA ...DP1

Strumento utilizzato...

ISSME (63,5 Kg)

Prova eseguita in data

19/01/2022

Profondità prova

4,00 mt

Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	8	84,06
0,40	6	63,04
0,60	12	115,72
0,80	25	241,09
1,00	25	241,09
1,20	63	607,54
1,40	81	781,12
1,60	68	605,94
1,80	81	721,78
2,00	85	757,42
2,20	81	721,78
2,40	64	570,29
2,60	34	281,58
2,80	33	273,30
3,00	35	289,86
3,20	28	231,89
3,40	30	248,45
3,60	26	201,12
3,80	41	317,16
4,00	40	309,42

## PROVA ...DP2

Strumento utilizzato... ISSME (63,5 Kg)  
Prova eseguita in data 19/01/2022  
Profondità prova 5,00 mt  
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	7	73,55
0,40	22	231,16
0,60	14	135,01
0,80	20	192,87
1,00	37	356,81
1,20	45	433,95
1,40	41	395,38
1,60	27	240,59
1,80	20	178,22
2,00	11	98,02
2,20	24	213,86
2,40	22	196,04
2,60	30	248,45
2,80	32	265,01
3,00	32	265,01
3,20	31	256,73
3,40	31	256,73
3,60	23	177,92
3,80	17	131,50
4,00	14	108,30
4,20	12	92,83
4,40	15	116,03
4,60	13	94,34
4,80	13	94,34
5,00	13	94,34

## PROVA ...DP3

Strumento utilizzato...

ISSME (63,5 Kg)

Prova eseguita in data

19/01/2022

Profondità prova

5,00 mt

Falda non rilevata

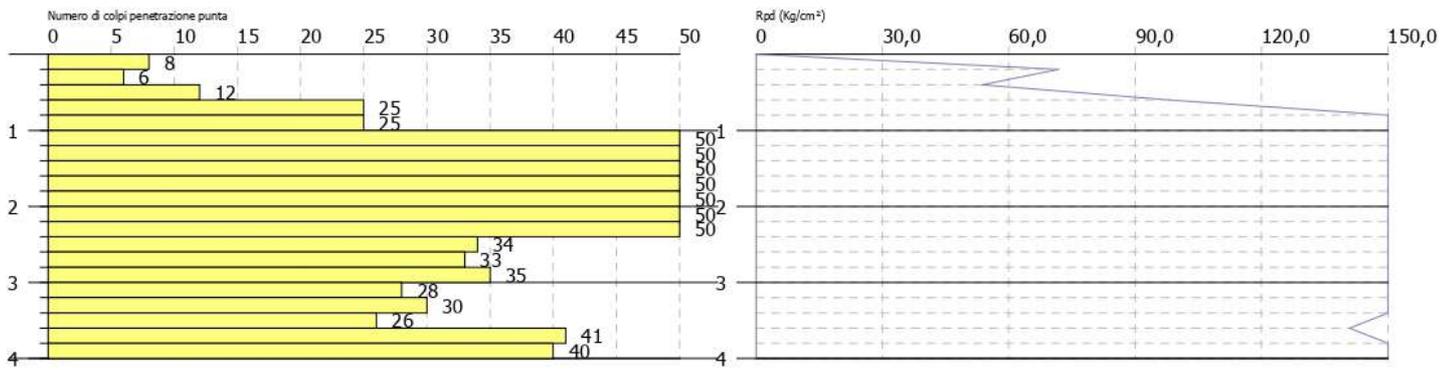
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	4	42,03
0,40	6	63,04
0,60	6	57,86
0,80	21	202,51
1,00	42	405,02
1,20	35	337,52
1,40	25	241,09
1,60	22	196,04
1,80	24	213,86
2,00	17	151,48
2,20	8	71,29
2,40	6	53,47
2,60	14	115,94
2,80	28	231,89
3,00	27	223,61
3,20	27	223,61
3,40	31	256,73
3,60	29	224,33
3,80	26	201,12
4,00	36	278,48
4,20	32	247,54
4,40	21	162,45
4,60	25	181,42
4,80	43	312,05
5,00	41	297,53

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP1**  
 Strumento utilizzato... ISSME (63,5 Kg)

Committente: Ing. Stefano Rossi  
 Descrizione:  
 Località: Via Monti Lessini - Pescantina

Data: 19/01/2022

Scala 1:100

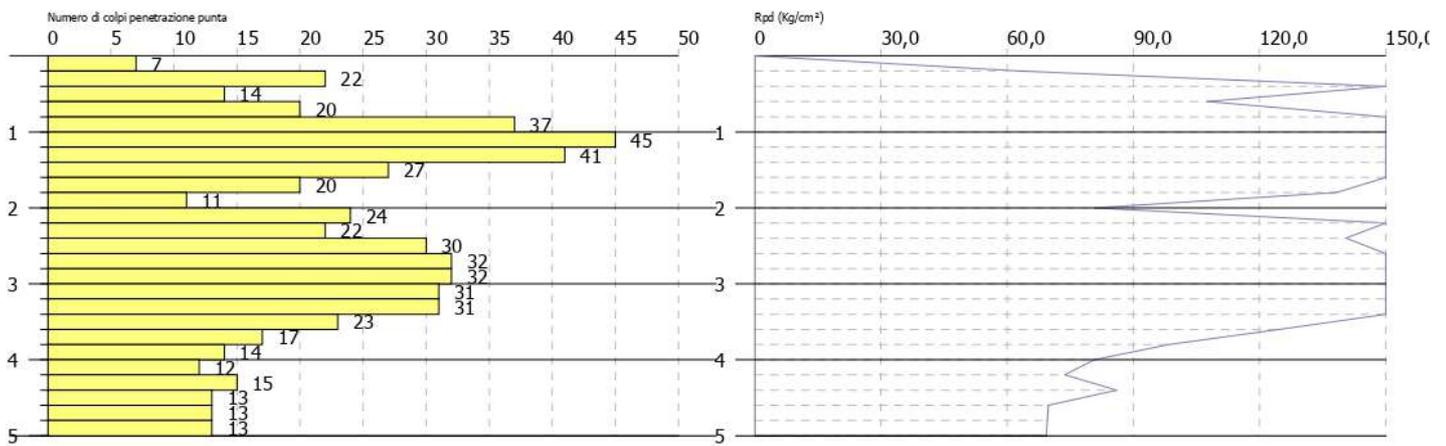


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP2**  
 Strumento utilizzato... ISSME (63,5 Kg)

Committente: Ing. Stefano Rossi  
 Descrizione:  
 Località: Via Monti Lessini - Pescantina

Data: 19/01/2022

Scala 1:100





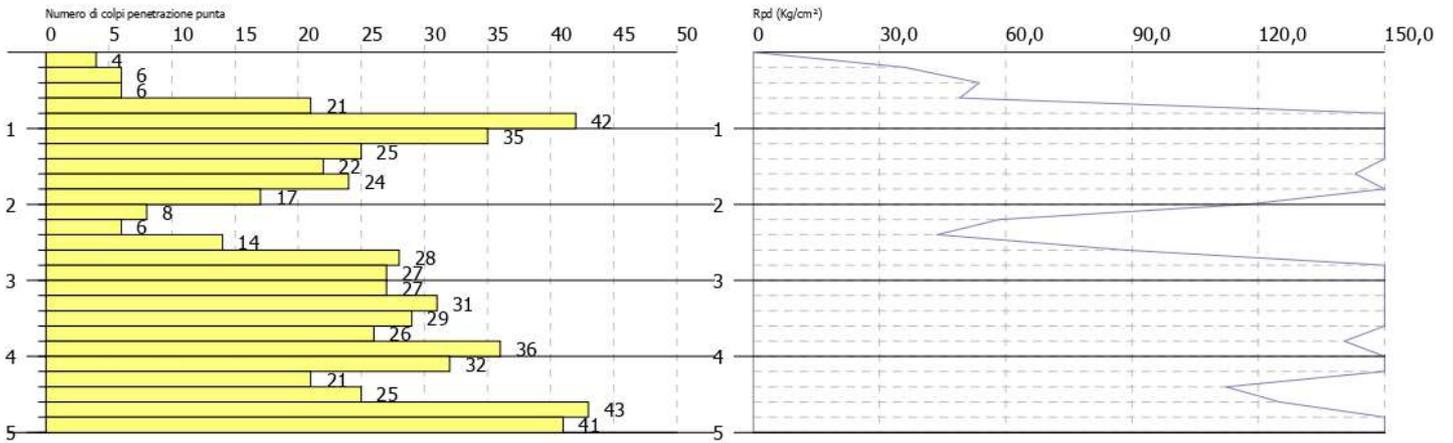
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP3**

Strumento utilizzato... ISSME (63,5 Kg)

Committente: Ing. Stefano Rossi  
 Descrizione:  
 Località: Via Monti Lessini - Pescantina

Data: 19/01/2022

Scala 1:100



# ALLEGATO 2

- RAPPORTO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Commessa n.	02222
-------------	-------

Data emissione relazione	08/02/22
--------------------------	----------

Verbale di accettazione n.	02222 del 03/02/22
Committente:	INGEO SINTESI Studio Associato di Geologia Torri di Quartesolo (VI)
Cantiere:	Pescantina (VR) - Pista ciclabile 1° stralcio, Via Cimosa - Postale Vecchia
Data consegna campioni:	03/02/22
Tipologia di prove richieste:	Analisi geotecniche di laboratorio
Prove di laboratorio/in sito richieste da:	Dott. Geol. Maurizio Chendi

Data esecuzione prove	03-08/02/22	Data emissione documento	08/02/22
-----------------------	-------------	--------------------------	----------

Per Vostro incarico, ricevuto tramite il Dott. Geol. Maurizio Chendi, abbiamo eseguito prove geotecniche di laboratorio su n. 1 campione rimaneggiato proveniente dal cantiere in oggetto.

Seguendo il programma di prove predisposto, sul campione ritirato sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Classificazione geotecnica visiva
- Determinazione dei limiti di Atterberg (WL, WP, IP);
- Analisi granulometrica

I risultati delle prove eseguite sono riportati nei certificati allegati.



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

**GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.**

Viale Benelux, 1/C - 35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)  
Tel. 049 8705575 - Fax 049 7628815 - C.F. / P.I. 01370550285  
R.E.A. 206643 - Capitale sociale i.v. € 15.000,00  
info@geodatapadova.it - PEC: geodatapadova@pec.it - www.geodatapadova.com



*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*



## CERTIFICATI DI PROVA EMESSI

Identificativo campione/prova	Tipo di prova	n. certificato
19/01/22-1	Classificazione geotecnica visiva	126385
	Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)	126386
	Analisi granulometrica (UNI CEN ISO/TS 17892-4)	126387

Ponte San Nicolò, 08 Febbraio 2022

Dott. Geol. Pietro Daminato

Direttore Laboratorio

CERTIFICATO N° **126385**

pag. 1/1

emesso il 08/02/22

Verbale di Accettazione n. 02222

data ricevimento campione 03/02/22

data prova 03/02/22

COMMITTENTE: INGEO SINTESI Studio Associato di Geologia - Torri di Quartesolo (VI)

CANTIERE: Pescantina (VR) - Pista ciclabile 1° stralcio, Via Cimosa - Postale Vecchia

Prelievo del: **19/01/22**Campione: **1**Prof.: **0,60****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA**

Tipologia campione: rimaneggiato contenuto in sacchetto

Classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa debolmente limosa marrone

Pocket Pent.: ND kPa

Torvane: ND kPa

Classificazione UNI 11531-1: classe **A1-a**lg **0**Classificazione USCS: **ND**Prove eseguite: - limiti di Atterberg  
- granulometria per setacciatura

legenda: ND = NON DETERMINATO

normativa di riferimento: Raccomandazioni AGI  
UNI 11531-1  
USCSSperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **126386**

pag. 1/1

emesso il 08/02/22

Verbale di Accettazione n. 02222

data ricevimento campione 03/02/22

data prova 03/02/22

COMMITTENTE: INGEO SINTESI Studio Associato di Geologia - Torri di Quartesolo (VI)

CANTIERE: Pescantina (VR) - Pista ciclabile 1° stralcio, Via Cimosa - Postale Vecchia

Prelievo del: **19/01/22**Campione: **1**Prof.: **0,60****LIMITI DI ATTERBERG**

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa debolmente limosa marrone

Provino: terreno naturale passante al vaglio 0,4 mm con 'metodo a umido'

Metodo di prova WL: Cucchiaino di Casagrande

## LIMITE DI LIQUIDITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	---	---	---
massa umida lorda	---	---	---
massa secca lorda	---	---	---
tara	---	---	---
numero colpi	---	---	---
WL%	---	---	---

WL % **non eseguibile**

## LIMITE DI PLASTICITA'

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. tara	---	---	---
massa umida lorda	---	---	---
massa secca lorda	---	---	---
tara	---	---	---
WP%	---	---	---

WP % **non plastico**

## INDICE DI PLASTICITA'

IP **non plastico**

w%

---

Indice di consistenza (I<sub>c</sub>)

---

cucchiaino Casagrande Controls n° 87121946

note:

Sperimentatore  
Perito A. FioreDirettore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

CERTIFICATO N° **126387**

pag. 1/1

emesso il 08/02/22

Verbale di Accettazione n. 02222

data ricevimento campione 03/02/22

data prova 08/02/22

COMMITTENTE: INGEO SINTESI Studio Associato di Geologia - Torri di Quartesolo (VI)

CANTIERE: Pescantina (VR) - Pista ciclabile 1° stralcio, Via Cimosa - Postale Vecchia

Prelievo del: **19/01/22**

Campione: **1**

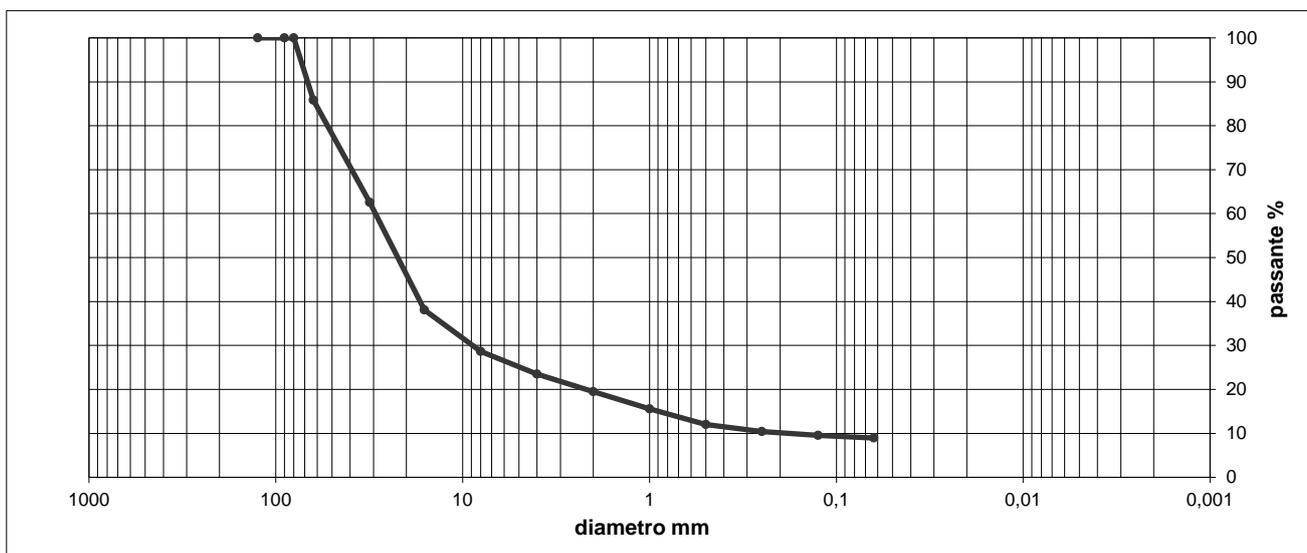
Prof.: **0,60**

### ANALISI GRANULOMETRICA

(norma: UNI CEN ISO/TS 17892-4)

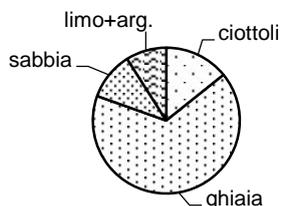
diametro mm	trattenuto %	passante %
125,00	0,00	100,00
90,00	0,00	100,00
80,00	0,00	100,00
63,00	14,21	85,79
31,50	23,23	62,56
16,00	24,43	38,13
8,00	9,51	28,62
4,00	5,12	23,50

diametro mm	trattenuto %	passante %
2,00	3,98	19,52
1,00	3,95	15,57
0,500	3,57	12,00
0,250	1,58	10,41
0,125	0,87	9,54
0,063	0,60	8,94



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 63 mm	63 - 20 mm	20 - 6 mm	6 - 2 mm	2 - 0.6 mm	0.6 - 0.2 mm	0.2 - 0.063 mm	< 0.063 mm
14,21	41,36	18,37	6,54	6,81	2,30	1,47	8,94

classificazione geotecnica: ghiaia sabbiosa debolmente limosa marrone



UNI 11531-1 **A1-a**

Ig **0**

USCS **---**

Sperimentatore  
Perito A. Fiore

Direttore Laboratorio  
Dott. Pietro Daminato

Documento firmato digitalmente ai sensi della normativa vigente

E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto di prova senza autorizzazione scritta della GEODATA s.a.s.