

VERONA
VERONAprovincia
comuneRIQUALIFICAZIONE DI PIAZZALE SFORNI
(SACRA FAMIGLIA V Circoscrizione)
OPERA PUBBLICA DEL PUA ESPERANTO 03

titolo progetto

Studio Danti – Arch. Paolo Danti
Via dell’Esperanto, 1/D - 37135 Verona

progettista

PENTA S.p.a. - Viale del Lavoro, 19/A - 37036 San Martino B.A. (VR)
BTP S.r.l. - Viale del Lavoro, 19/A - 37036 San Martino B.A. (VR)

committenza

**RELAZIONE GEOLOGICA
E VALUTAZIONI GEOTECNICHE
PER LA REALIZZAZIONE
DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE E VIABILITÀ DI LOTTIZZAZIONE
(ai sensi del D.M. 17.01.2018)****Zona sismica 2 (allegato B DGR 244/2021);**

I TECNICI INCARICATI

DOTT. GEOL. MAURO MANCINI



DOTT. GEOL. MAURO MICHELE GRUZZOLI



SOMMARIO

PREMESSA.....	pag. 3
DATI DI PROGETTO	pag. 3

RELAZIONE GEOLOGICA

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag. 5
1.1 Ubicazione e topografia	pag. 5
1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali.....	pag. 7
1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici	pag. 8
1.4 Rischi geologici, naturali e indotti.....	pag. 10
1.5 Idrografia	pag. 10
1.6 Idrogeologia e quota di falda.....	pag. 10
1.7 Vincoli, sicurezza idraulica	pag. 11
2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO.....	pag. 14
2.1 Indagini in sito	pag. 14
2.2 Strumentazione geotecnica	pag. 15
2.3 Elaborazione dati	pag. 15
2.4 Unità litotecniche e valori medi di caratterizzazione	pag. 27
3. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ	pag. 28
3.1 Determinazione categoria suolo di fondazione.....	pag. 28
3.2 Zonazione sismica.....	pag. 30
3.3 Dati sismici per le Verifiche degli Stati Limite	pag. 31
3.4 Liquefazione dei terreni	pag. 32
4. CONCLUSIONI DI CARATTERE GEOLOGICO	pag. 32

VALUTAZIONI GEOTECNICHE

5. CALCOLO DEL PACCHETTO STRADALE.....	pag. 33
6. CONCLUSIONI ED ACCORGIMENTI TECNICI.....	pag. 35

BIBLIOGRAFIA	pag. 36
--------------------	---------

PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Committenza, si è provveduto alla redazione della presente Relazione Geologica corredata dalle Valutazioni Geotecniche relativamente alla realizzazione della viabilità interna al P.U.A. in Piazzale Gianfranco Sforzi sito nell'ambito comunale di Verona.

Il presente scritto fa riferimento ai disposti del D.M. 17.01.2018 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*"; per la caratterizzazione geolitologica e geotecnica dei terreni di fondazione è stata eseguita una campagna di verifiche in sito e sono stati inoltre utilizzati i numerosi dati acquisiti nel territorio da precedenti indagini geognostiche disponibili nell'ambito del medesimo contesto territoriale.

La caratterizzazione sismica del territorio fa riferimento ai disposti dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/06 e s.m.i. ed a quanto previsto dalla D.G.R. n. 3308 del Veneto del 04/11/2008.

DATI DI PROGETTO

COMMITTENZA:

PENTA S.p.a., Viale del Lavoro 19/A – 37036 San Martino B. A. (Vr)

BTP S.r.l., Viale del Lavoro 19/A – 37036 San Martino B. A. (Vr)

PROGETTAZIONE:

Studio di Progettazione Arch. Paolo Danti, Via Dell'Esperanto, 1/D – 37135 Verona

UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO:

Piazzale Gianfranco Sforzi – 37135 Verona (Vr).

UBICAZIONE CATASTALE:

F. 388 / mapp. n. 302 Comune di Verona

TIPOLOGIA DI INTERVENTO:

Realizzazione delle opere di urbanizzazione (strade di lottizzazione) del P.U.A. denominato ESPERANTO 03 (SACRA FAMIGLIA V Circoscrizione); per i dettagli si rimanda agli elaborati tecnici a cura dello Studio di Progettazione di cui si riportano alcuni estratti a seguire.



RELAZIONE GEOLOGICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17.01.2018)

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

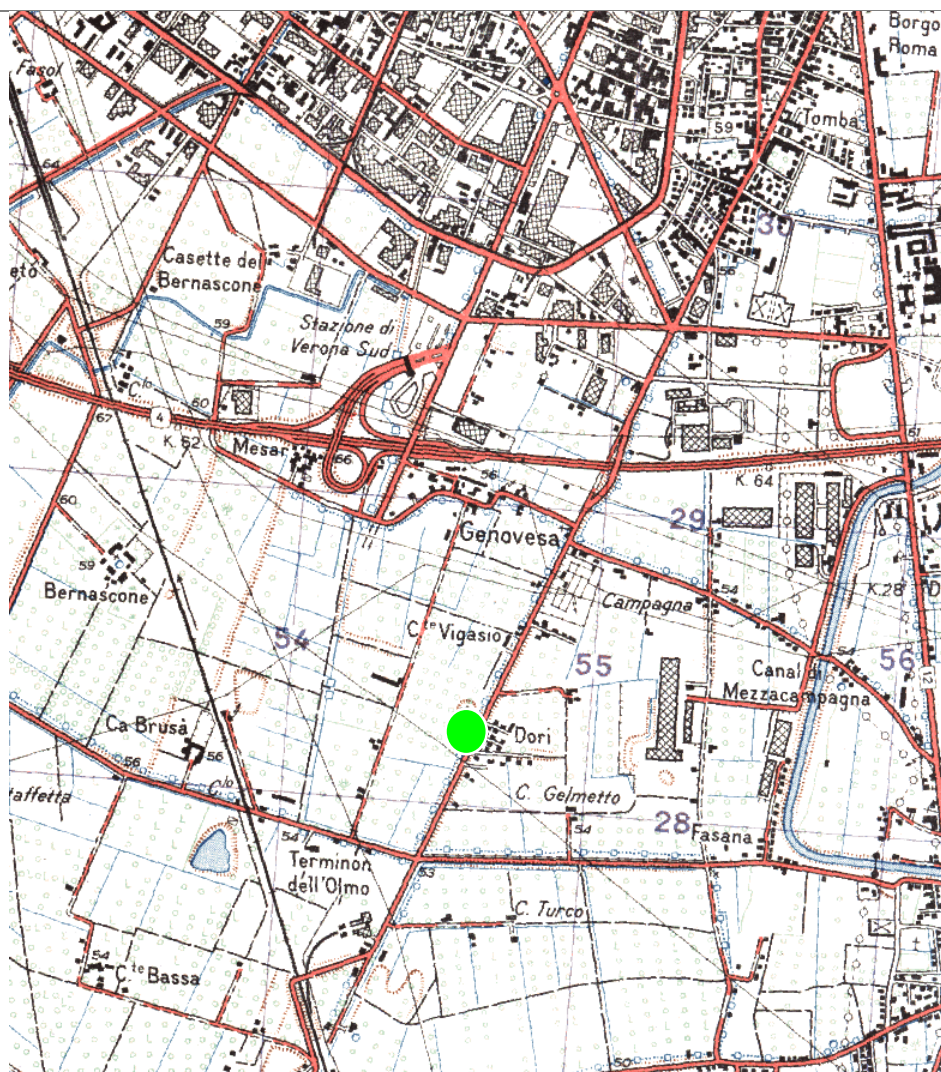
1.1 Ubicazione e topografia

L'area d'intervento si trova in Piazza Gianfranco Sforzi, all'intersezione tra Via Giove e Via Vigasio, collocata a Sud della Loc. Genovesa e appartenente alla porzione meridionale del territorio comunale di Verona; il sito dista circa 5,5 km a Sud dal centro storico della città e ca. 1 km a Sud del casello autostradale Verona Sud (A4). Nel territorio in cui si trova il sito d'interesse si registra la presenza di numerose attività industriali che si fanno sempre meno frequenti allontanandosi dal centro città in direzione di Castel D'Azzano (Sud di Verona) e dove i terreni sono destinati prevalentemente all'attività agricola. L'area d'intervento si trova alla quota di circa 52-53 m s.l.m. (vedi seguenti estratti cartografici).

ESTRATTO DA
TAVOLETTA I.G.M.
(SCALA 1:25.000)

● Area di
intervento

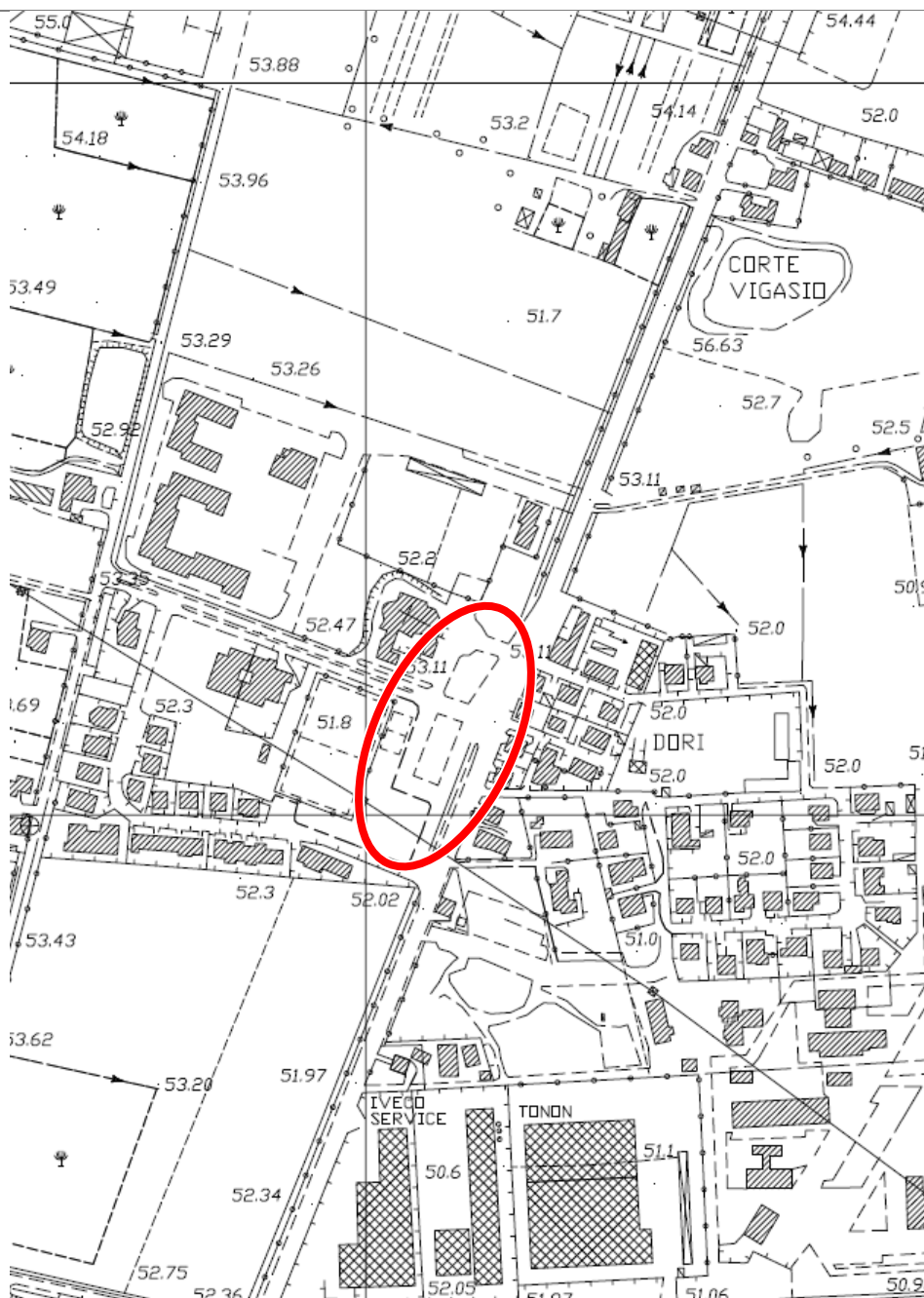
CARATTERISTICHE
TOPOGRAFICHE:
Area
sostanzialmente
pianeggiante



ESTRATTO DA
C.T.R.
(SCALA 1:5.000)

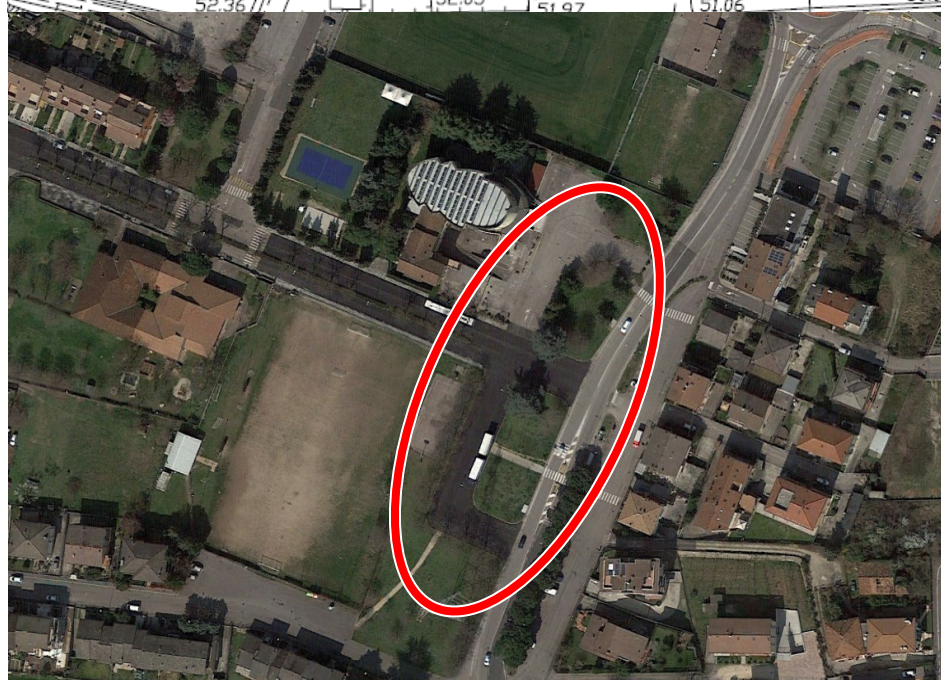
○ *Area di intervento*

QUOTA
TOPOGRAFICA:
52-53 m s.l.m.



AEROFOTO

○ *Area di intervento*



1.2 Unità geologiche, litologiche, strutturali

I tipi litologici superficiali della zona sono rappresentati da alluvioni quaternarie grossolane quali ghiaie in matrice sabbiosa grossolana; nel substrato si rinvencono sedimenti di analoga natura e granulometria; la cartografia geologica disponibile vi indica i seguenti depositi:

- CARTA GEOLOGICA DEL VENETO, scala 1:250.000: **litotipo 4b** – *depositi alluvionali e fluvioglaciali a ghiaie e sabbie con limi ed argille* (QUATERNARIO);
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – F. 49 VERONA, scala 1:100.000:– *alluvioni fluvio-glaciali prevalentemente ghiaiose* (RISS).

Di seguito si riporta un estratto dalla cartografia di maggior dettaglio

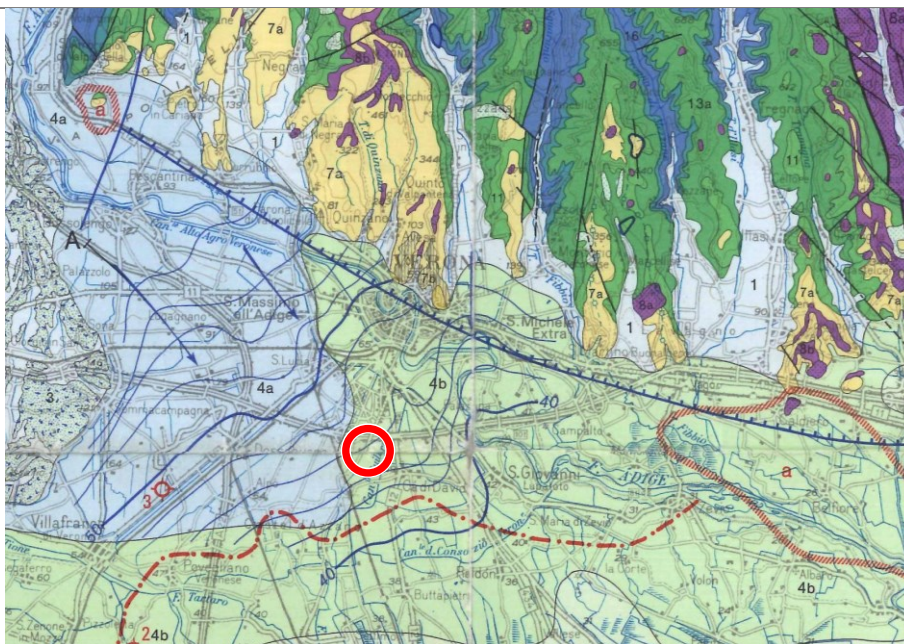
ESTRATTO DA CARTA
GEOLOGICA DEL
VENETO
(part. non in scala)

 **4a** Alluvioni fluviali
e fluvioglaciali a ghiaie e
sabbie prevalenti
(Quaternario)

 **4b** Alluvioni fluviali
e fluvioglaciali a ghiaie e
sabbie con limi ed
argille (Quaternario)

 **4c** Alluvioni fluviali
e fluvioglaciali a limi ed
argille prevalenti
(Quaternario)

 Area di intervento



ESTRATTO DA
CARTA GEOLOGICA
D'ITALIA
(part. non in scala)

 **fg^R** Alluvioni fluvio-
glaciali e fluviali
prevalentemente
ghiaiose (Riss)

 **a¹⁻²** Alluvioni
terrazzate grossolane e
minute dell'Adige e
alluvioni dei corsi
d'acqua sbarrati dalla
antica conoide
dell'Adige

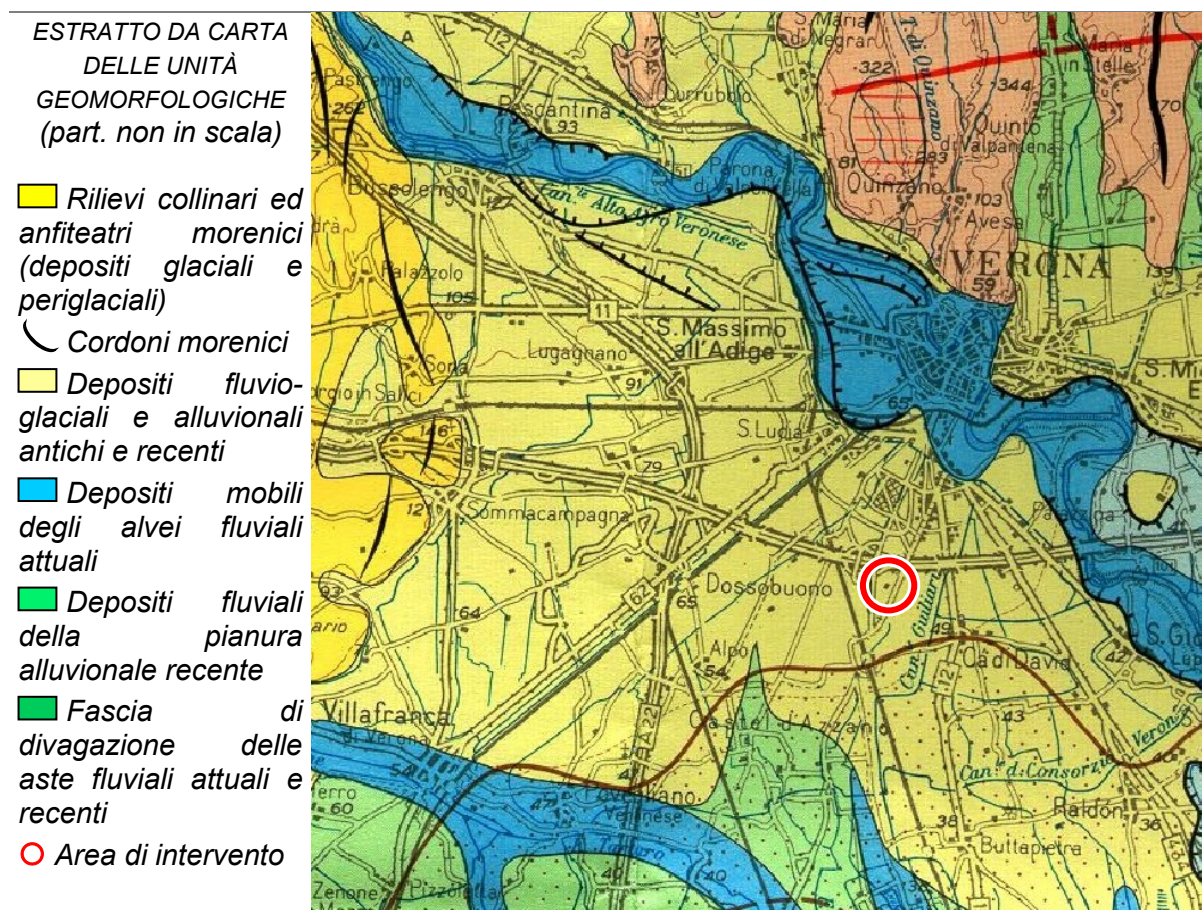
 Area di intervento



1.3 Forme del terreno e processi geomorfologici

Dal punto di vista geomorfologico ci troviamo in un territorio di pianura alluvionale dove, nel corso del Pliocene e del Quaternario, hanno dominato i fenomeni deposizionali.

Il Fiume Adige è l'elemento che nella Pianura Veronese ha maggiormente determinato, nel tempo, l'assetto morfologico del territorio sovrapponendo agli episodi deposizionali quelli erosivi, variando il suo corso, alternando fasi di alta energia (*piene*) ad episodi di bassa energia (*magre*). Solo in tempi recenti, gli interventi idraulici di regimazione del Fiume hanno determinato una drastica riduzione dei fenomeni morfogenetici naturali; le tracce delle antiche strutture rimangono, tuttavia, evidenti e fra esse si notano scarpate di terrazzo fluviale, con di esondazione e paleoalvei. Le suddette strutture si manifestano come irregolarità più o meno accentuate della superficie di campagna sulla quale si alternano aree di alto topografico ad aree depresse ad andamento spesso sinuoso o meandriforme a testimoniare gli antichi tracciati fluviali; segue un estratto dalla Carta Geomorfologica Del Veneto, redatta a cura della Regione Veneto alla scala 1:250.000 in cui si riportano alcuni elementi sopra descritti.



Il dettaglio delle strutture geomorfologiche sopra elencate sono ben visibili nel seguente estratto della CARTA GEOMORFOLOGICA DI UNA PORZIONE DI PIANURA A SUD-EST DI VERONA – SCALA 1: 25.000 (redatta a cura del Museo Civico di Storia Naturale di Verona) nel quale si mostrano alcuni elementi specifici, quali gli orli di terrazzo principali ovvero quelli riferiti all'attuale alveo fluviale dell'Adige, mentre gli altri elementi geomorfologici sono stati diffusamente oblitterati dalla intensa urbanizzazione. La situazione stratigrafica profonda è ben rappresentata nel *pozzo n. 72*, la cui stratigrafia può essere assunta come rappresentativa della successione sedimentaria di questa zona.

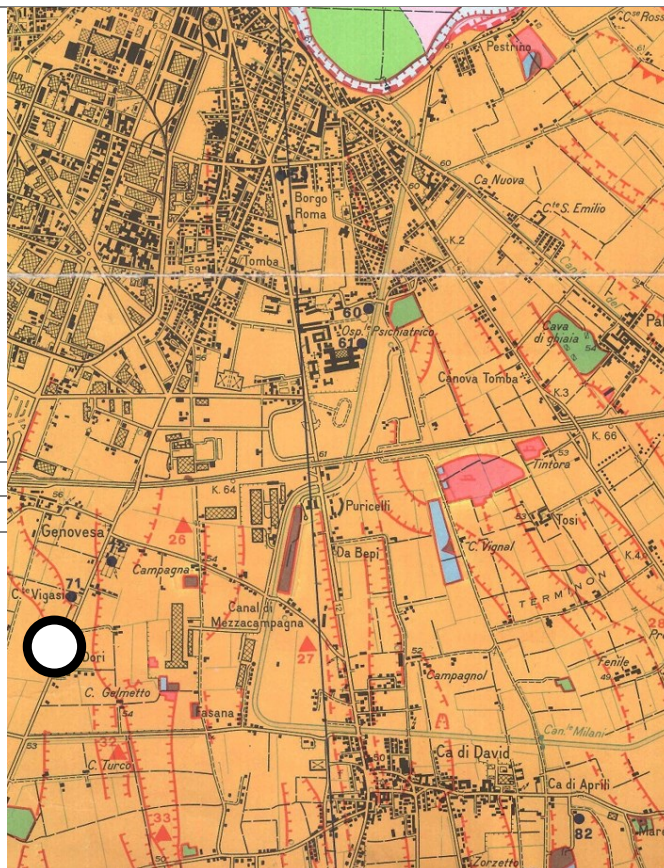
ESTRATTO DA CARTA GEOMORFOLOGICA
(particolare non in scala)

LEGENDA

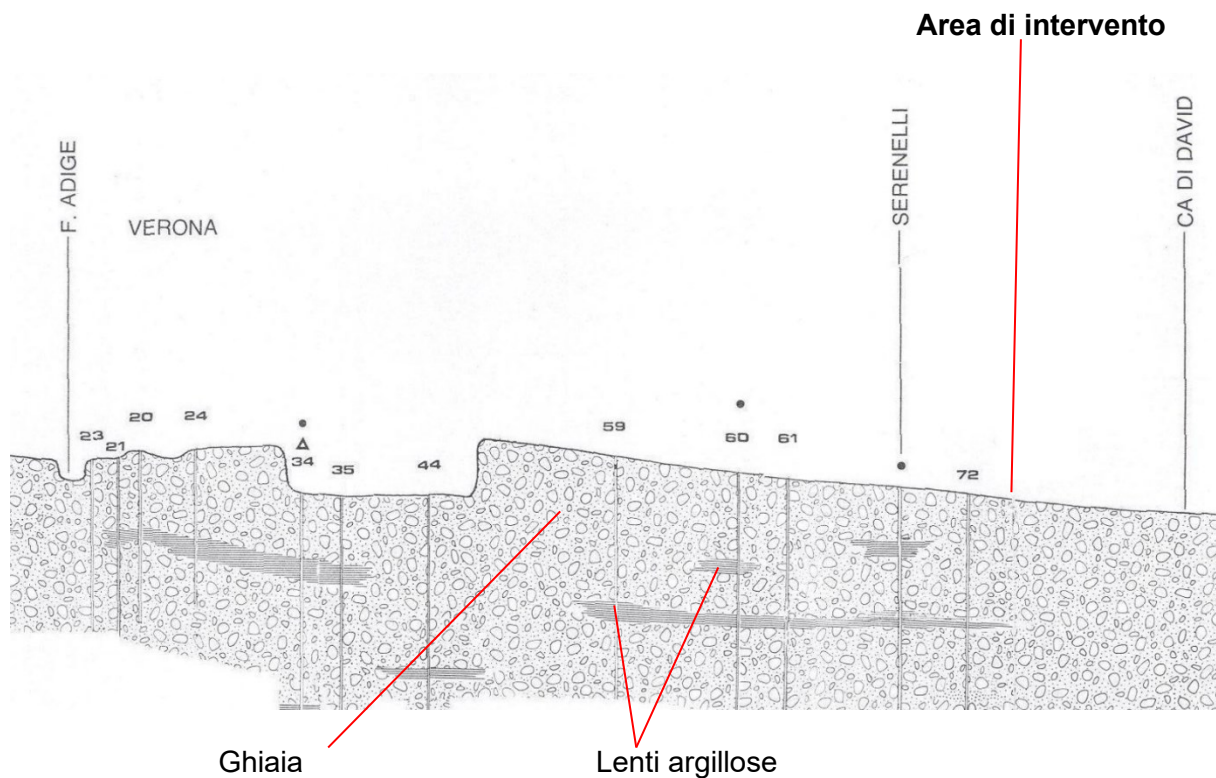
- Alluvioni prevalentemente ghiaiose
- Orlo di terrazzo di $h > 3$ m
- Orlo di terrazzo e limite di dosso ($h < 3$ m; poco evidenti)
- Traccia di sezione geologica (a seguire)
- Numero pozzo e stratigrafia
- Area di intervento

STRATIGRAFIA POZZO n. 72

INTERVALLO	LITOLOGIA
p.c. – 29,3	Ghiaia, sabbia e ciottoli
29,3 – 31,5	Argilla nera
31,5 – 33,0	Ghiaia e argilla
33,0 – 45,5	Ghiaia, sabbia e ciottoli
45,5 – 47,8	Sabbia
47,8 – 59,0	Ghiaia, sabbia e ciottoli
59,0 – 61,0	Ghiaia, sabbia e argilla



La traccia di sezione che transita poco ad Est dell'area di intervento evidenzia la struttura del conoide atesino ed i rapporti stratigrafici della zona in relazione alla ricostruzione eseguita tramite le stratigrafie dei pozzi sopra citati. Segue un tratto di sezione che interessa i luoghi di studio.



Sezione N-S (Avesa-Cadidavid)

1.4 Rischi geologici, naturali e indotti

L'area non appare interessata da fenomeni di dissesto in atto o potenziali; il territorio, completamente pianeggiante, appare assolutamente stabile.

1.5 Idrografia

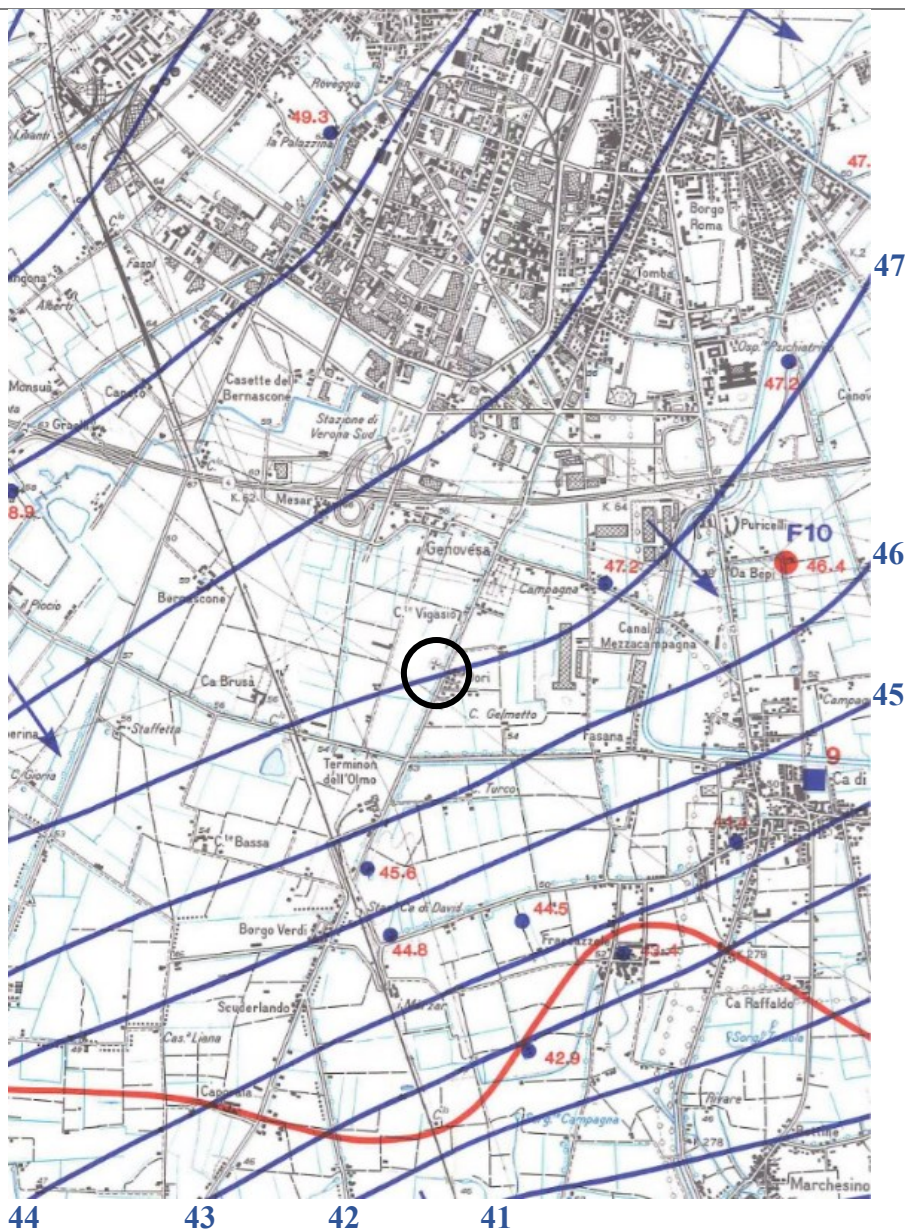
L'elemento idrografico principale del territorio è rappresentato dal Fiume Adige, il cui alveo attuale, percorre una ampia ansa a circa 4 km NE rispetto al sito di intervento, altro elemento della rete primaria è il Fiume Menago che sorge ca. 2 km a SE; l'idrografia superficiale è completata da una fitta rete di canali, per lo più artificiali, tra i quali si segnala il Canale Giuliani che scorre ca. 1 km ad Est dall'area in esame.

1.6 Idrogeologia e quota di falda

Relativamente alle acque sotterranee, un acquifero freatico indifferenziato è presente senza soluzione di continuità nel materasso alluvionale detritico sabbioso-ghiaioso che costituisce il substrato quaternario dell'Alta Pianura Veronese a Nord del limite superiore delle risorgive; il deflusso delle acque sotterranee è orientato ca. NW-SE (vedi successivo estratto da CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE).

ESTRATTO DA CARTA
IDROGEOLOGICA
DELL'ALTA PIANURA
DELL'ADIGE
(part. non in scala)

-  Isofreatica con quota in m s.l.m.
-  Direzione di deflusso sotterraneo
-  44,4 Pozzo con quota freatica
-  Limite superiore delle risorgive (fontanili)
-  Area di intervento



Alla data di esecuzione del cantiere la falda non è stata individuata almeno fino a circa -3 m da piano campagna. Dai dati disponibili per il territorio in esame, tuttavia, è possibile indicare valori di soggiacenza ricavabili dalla quota del sito (circa 52/53 m) e dalla quota dell'isofreatica più prossima (+ 47 m) da cui risulta una soggiacenza indicativa dell'ordine di 5/6 m; sono note oscillazioni stagionali di ordine metrico da porre in stretto rapporto con il regime delle precipitazioni e con le variazioni idrometriche dell'Adige.

Al proposito si osserva nelle vicinanze un pozzo in oscillazione periodica (F10 - Puricelli) in cui si riscontrano escursioni di falda anche dell'ordine di oltre 2 m (vedi successiva tabella).

OSCILLAZIONI FREATICHE (m s.l.m.)						
Pozzo	Periodo di osservazione	Quota media annua	Quota massima	Quota minima	Oscillazione massima (m)	Oscillazione media annua (m)
1 - Ca' dell'Albera	1955-69 1971-81	52.42 52.26	56.48 55.92	48.60	7.88	5.06
2 - Dossobuono	1955-64 1973-88	49.91 A	52.62 52.43	47.39 A	5.23	3.71
3 - S.Fermo	1955-73	38.86	40.29	37.48	2.81	2.19
4 - Spezzapietra	1955-88	38.56	39.58	37.93	1.65	0.89
5 - Pompea	1987-88	53.68	56.50	51.32	5.18	4.50
6 - Crosòn	1987-88	A	53.10	A	—	—
7 - Ceolara	1987-88	A	52.23	A	—	—
8 - Colombare V.	1987-88	48.81	50.11	47.75	2.36	2.02
9 - Orta	1987-88	44.01	44.90	43.26	1.64	1.53
10 - Puricelli	1987-88	45.02	46.24	43.75	2.49	2.28
11 - Trinità	1987-88	39.17	40.09	38.34	1.75	1.61
12 - Colombare M.	1987-88	48.89	50.36	46.27	4.09	3.66
13 - Villaggio Oca	1987-88	A	51.50	A	—	—

Per gli anni precedenti il 1987 i dati sono stati forniti dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia

1.7 Vincoli, sicurezza idraulica

L'area in tempi recenti non ha subito esondazioni o altri episodi di dissesto idrogeologico ed è da ritenersi sicura sotto il profilo idraulico; a tal proposito si osservi il successivo stralcio da carta della fragilità del PTP (Piano Territoriale Provinciale) della Provincia di Verona, dal quale si evince che il sito in esame, nonostante venga indicato come idrogeologicamente vulnerabile per la pezzatura dei terreni affioranti, non risulta gravato da vincoli di fragilità idraulica.

ESTRATTO DA CARTA
DELLE FRAGILITÀ

Pericolo Idraulico:

- Molto elevato
- Elevato
- Medio
- Moderato

Vulnerabilità

Idrogeologica:

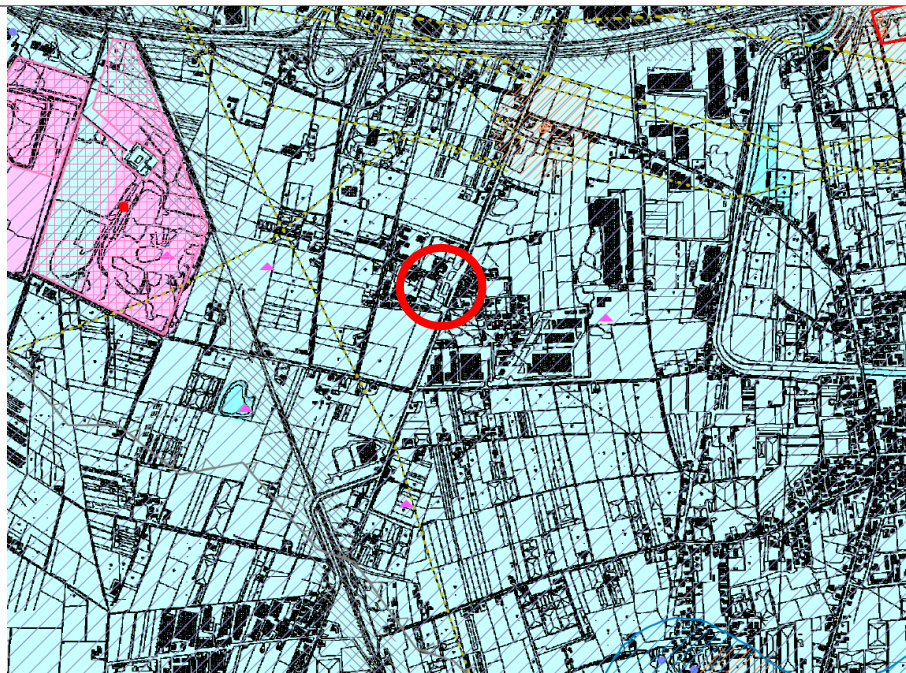
- Molto elevata
- Elevata
- Media
- Moderata

Ambito di
attenzione idraulica

Impatto principali
linee di comunicazione

Fascia di rispetto
pozzi pubblici e
acquedotti

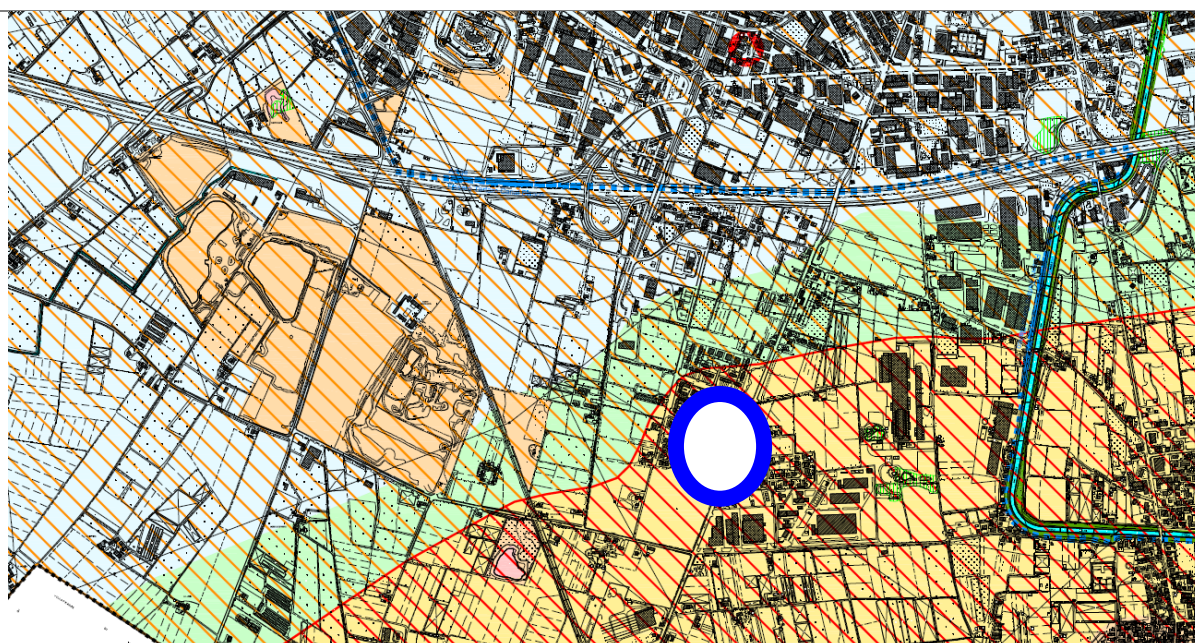
Area di intervento



L'area in tempi recenti non ha subito esondazioni o altri episodi di rilevante dissesto idrogeologico; la consultazione della CARTA DELLE FRAGILITÀ relativa al P.A.T. (Piano Assetto del Territorio) redatto a cura del Comune di Verona, consente di osservare che la porzione di territorio interessata dall'intervento non ricade in aree soggette a dissesto idrogeologico (art. 39 – NTA) e pertanto è da ritenersi sicura dal punto di vista idraulico.

La medesima carta, in termini di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, ascrive l'area in esame all'Unità E (art. 38 – NTA) ossia *caratterizzata dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvio-glaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa ad elevata permeabilità primaria e presenza di falda libera a profondità inferiore a 10 metri da piano campagna*; da ciò deriva una vulnerabilità intrinseca elevata come conseguenza dell'elevata permeabilità primaria dovuta ai depositi grossolani (ghiaie e sabbie).

Ai fini edificatori, i terreni in esame sono indicati come *mediocri* (art. 37 – NTA); in tal senso i rilievi geologici in sito e la presente relazione geologica geotecnica assolvono alle richieste del Piano.



ESTRATTO DA CARTA DELLE FRAGILITÀ (allegato P.A.T.)

PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI - art. 37

TERRENO OTTIMO	
TERRENO BUONO	
TERRENO MEDIOCRE	
TERRENO SCADENTE	
TERRENO PESSIMO	

AREE SOGGETTE A DISSESTO IDROGEOLOGICO - art. 39

AREE DI FRANA	
LIMITE DI BACINO IDROGRAFICO (Adige / Fiume Tartaro Canal Bianco)	
CLASSI DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ADIGE	
MOLTO ELEVATA	
ELEVATA	
MEDIA	
MODERATA	

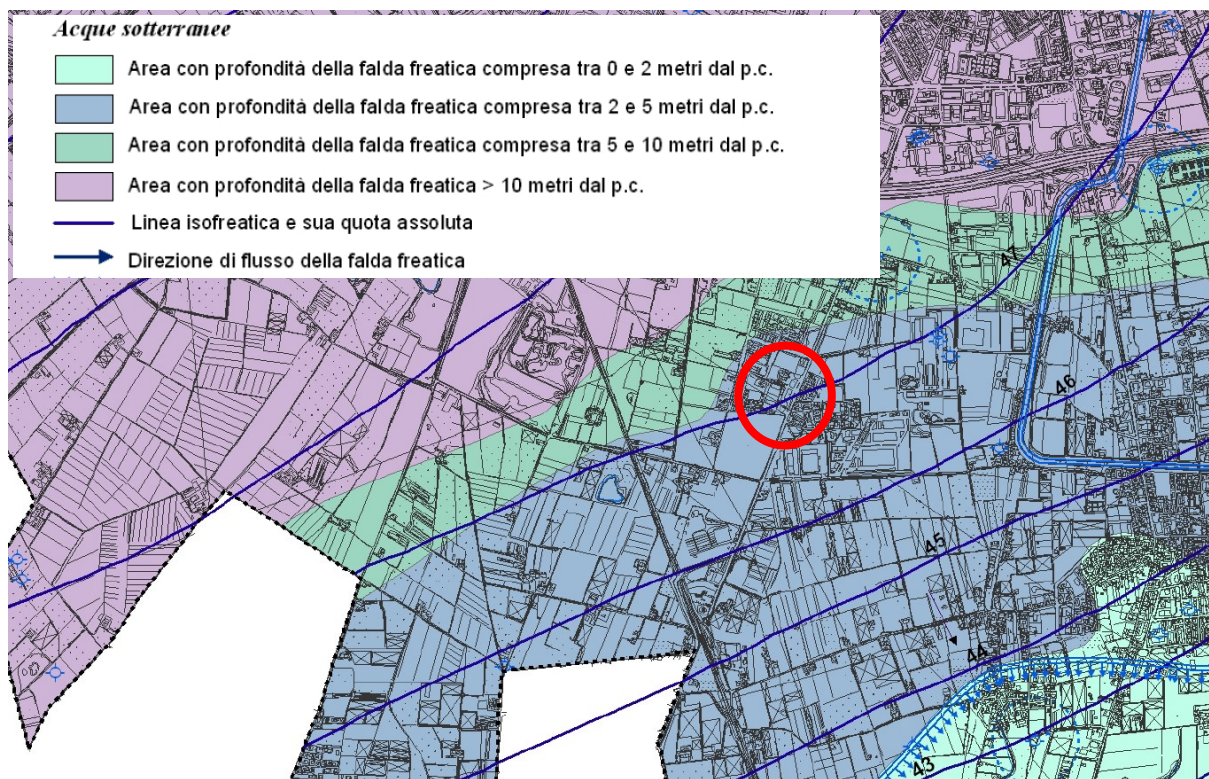
VULNERABILITÀ INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38

UNITÀ E	
UNITÀ A	
UNITÀ M	
UNITÀ B	
UNITÀ C	

Area di intervento

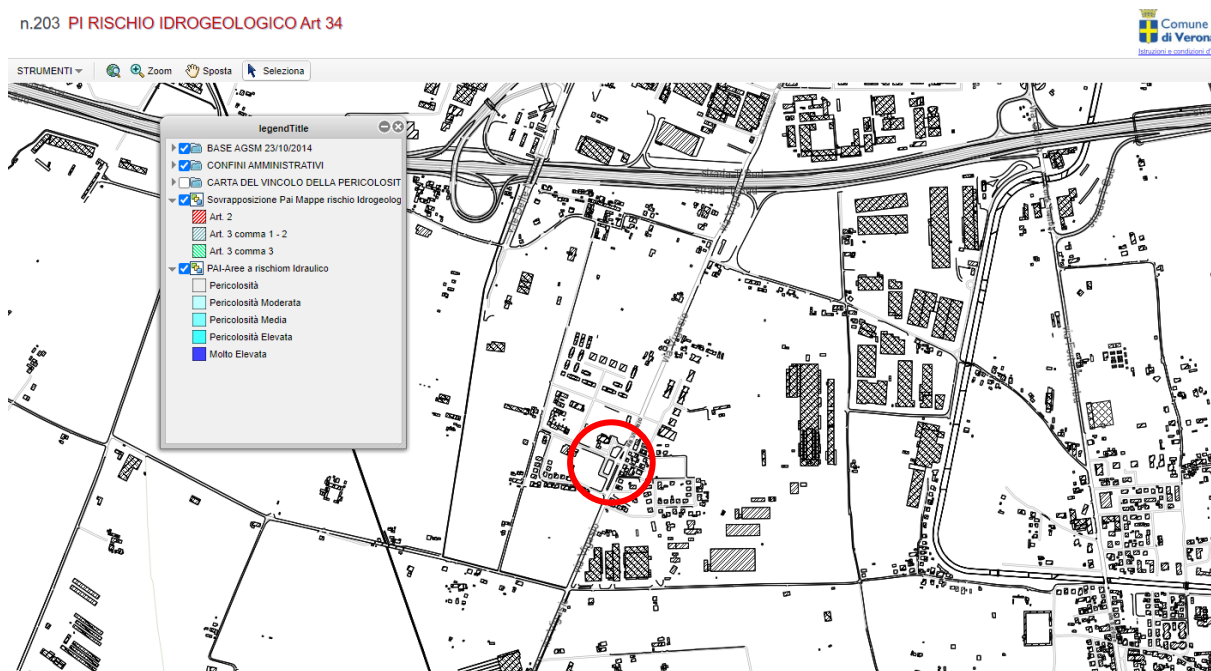
Secondo quanto riportato nella carta idrogeologica allegata al P.A.T. del Comune di Verona, di cui si riporta un estratto a seguire, la falda freatica, in corrispondenza del sito d'intervento, è posta ad una quota compresa tra -2 e -5 m da p.c.; tale profondità non risulta interferire con le opere relative al piano urbanistico oggetto del presente scritto.

Si precisa che le opere di urbanizzazione (vasca di laminazione, viabilità, configurazione aree esterne), se adeguatamente progettate non andranno ad influire negativamente sugli acquiferi presenti nell'area di intervento.



○ Area di intervento

n.203 PI RISCHIO IDROGEOLOGICO Art 34

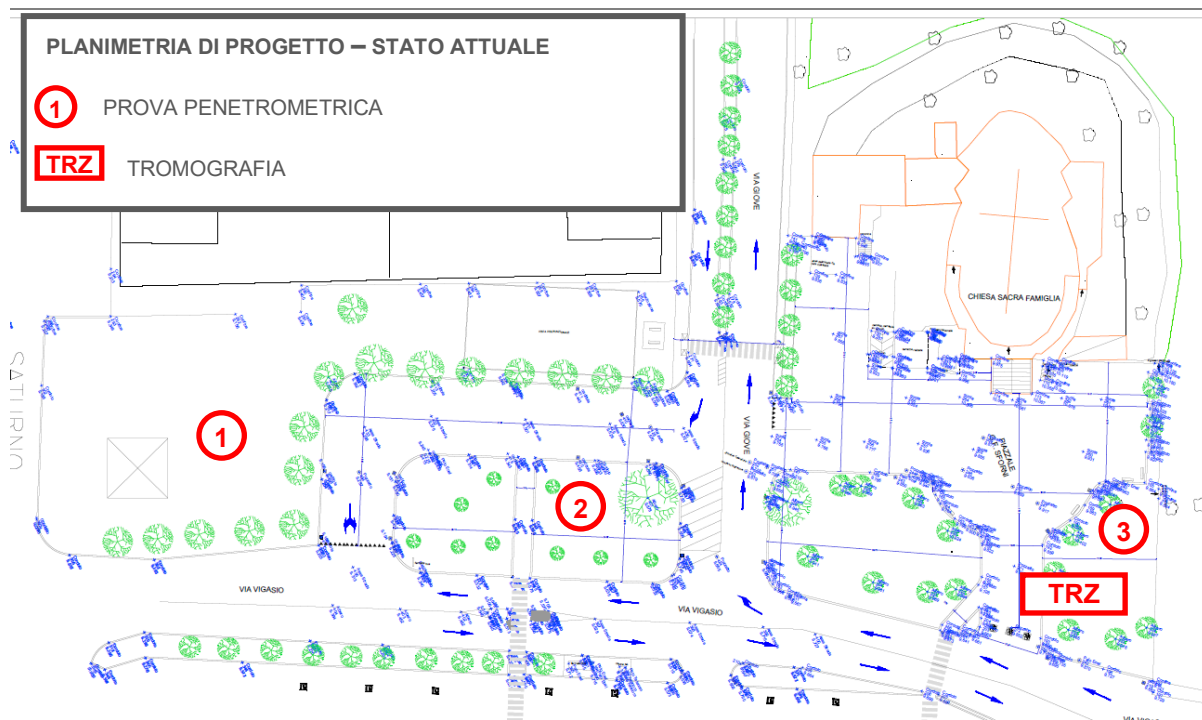


ESTRATTO RISCHIO IDROGEOLOGICO - Si osserva che l'area d'intervento non è affetta da zone di pericolosità idraulica.

2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO

2.1 Indagini in sito

Per la valutazione litologica, la determinazione dei principali parametri geotecnici del terreno e per la determinazione della quota della falda sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche (denominate DIN1 – DIN2 – DIN3); inoltre si è eseguita la rilevazione con tromografo (TRZ1) per la stima delle Vs30; nella planimetria sottostante si riporta l'ubicazione dei punti prova, seguita dalla documentazione fotografica delle singole stazioni di esecuzione.



2.2 Strumentazione geotecnica

La strumentazione impiegata per l'indagine geotecnica è un penetrometro di tipo olandese *GEO Deep Drill SCPT200-SM* superpesante automatico.

Il penetrometro dinamico sfrutta il sistema di penetrazione mediante caduta di un maglio battente di massa 63 kg che infigge una batteria di aste dotate di asta terminale con punta standardizzata. Il dettaglio delle caratteristiche tecniche dell'attrezzatura è proposto alla fine del prossimo paragrafo assieme alle risultanze dell'indagine.

2.3 Elaborazione dati

Scopo della prova penetrometrica dinamica è quello di fornire i valori di resistenza degli strati di terreno attraversati dalla batteria di perforazione.

In base al numero di colpi necessari all'avanzamento stabilito, è possibile risalire alla resistenza dinamica alla punta calcolata con la seguente formula olandese:

$$R_{pd} = M^2 \cdot H / [A \cdot e (M + P)] = M^2 \cdot H \cdot N / [A \cdot \delta (M + P)]$$

Nei diagrammi e nelle successive tabelle allegate sono riportati il n. di colpi "N" rilevati ad intervalli regolari di avanzamento ogni 20 cm assieme ai valori di resistenza Rpd.

Seguiranno le elaborazioni statistiche che correlano la prova dinamica media (SCPT) con la prova SPT tramite il coefficiente di rendimento $\beta_t = 1,150 (= N_{spt} / N)$, utili per la determinazione dei seguenti parametri geotecnici caratteristici:

per TERRENI GRANULARI

- densità relativa	DR	[%]
- angolo di attrito interno efficace	ϕ'	[°]
- modulo di deformazione drenato	E'	[kg/cm ²]
- peso di volume saturo	ysat.	[t/m ³]
- peso di volume drenato	ydr.	[t/m ³]

per TERRENI COESIVI

- coesione non drenata	Cu	[kg/cm ²]
- peso di volume saturo	ysat.	[t/m ³]
- contenuto d'acqua	W	[%]
- indice dei vuoti	e	[-]

Di seguito sono allegate le tabelle delle risultanze delle penetrometrie ed i dati ricavati dalla elaborazione delle risultanze medesime secondo il seguente ordine:

CARATTERISTICHE TECNICHE DPSH
TABELLE VALORI RESISTENZA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA – Rpd
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA
PARAMETRI GEOTECNICI (ORIENTATIVI)

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH**

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,0000 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 6,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = $(MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7,83 \text{ kg/cm}^2$)
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : $N_{spt} = \beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = massa battente (altezza caduta H)
 P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa $\approx$ 0,1 MPa
 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforzi
- sperimentatore :
- aiuto speriment. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	8	60,8	1	1,60 - 1,80	42	301,0	2
0,20 - 0,40	10	76,0	1	1,80 - 2,00	46	311,9	3
0,40 - 0,60	10	76,0	1	2,00 - 2,20	50	339,0	3
0,60 - 0,80	12	91,2	1	2,20 - 2,40	50	339,0	3
0,80 - 1,00	22	157,7	2	2,40 - 2,60	50	339,0	3
1,00 - 1,20	36	258,0	2	2,60 - 2,80	45	305,1	3
1,20 - 1,40	32	229,3	2	2,80 - 3,00	52	334,6	4
1,40 - 1,60	38	272,3	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforni
- sperimentatore :
- aiuto speriment. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	7	53,2	1	1,60 - 1,80	47	336,8	2
0,20 - 0,40	9	68,4	1	1,80 - 2,00	42	284,8	3
0,40 - 0,60	9	68,4	1	2,00 - 2,20	42	284,8	3
0,60 - 0,80	10	76,0	1	2,20 - 2,40	46	311,9	3
0,80 - 1,00	26	186,3	2	2,40 - 2,60	44	298,4	3
1,00 - 1,20	28	200,7	2	2,60 - 2,80	48	325,5	3
1,20 - 1,40	34	243,7	2	2,80 - 3,00	50	321,7	4
1,40 - 1,60	40	286,7	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 3

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforni
- sperimentatore :
- aiuto speriment. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	8	60,8	1	1,60 - 1,80	28	200,7	2
0,20 - 0,40	10	76,0	1	1,80 - 2,00	25	169,5	3
0,40 - 0,60	13	98,8	1	2,00 - 2,20	45	305,1	3
0,60 - 0,80	12	91,2	1	2,20 - 2,40	55	372,9	3
0,80 - 1,00	12	86,0	2	2,40 - 2,60	50	339,0	3
1,00 - 1,20	7	50,2	2	2,60 - 2,80	60	406,8	3
1,20 - 1,40	12	86,0	2	2,80 - 3,00	50	321,7	4
1,40 - 1,60	18	129,0	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- A (area punta)= **20,0000** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

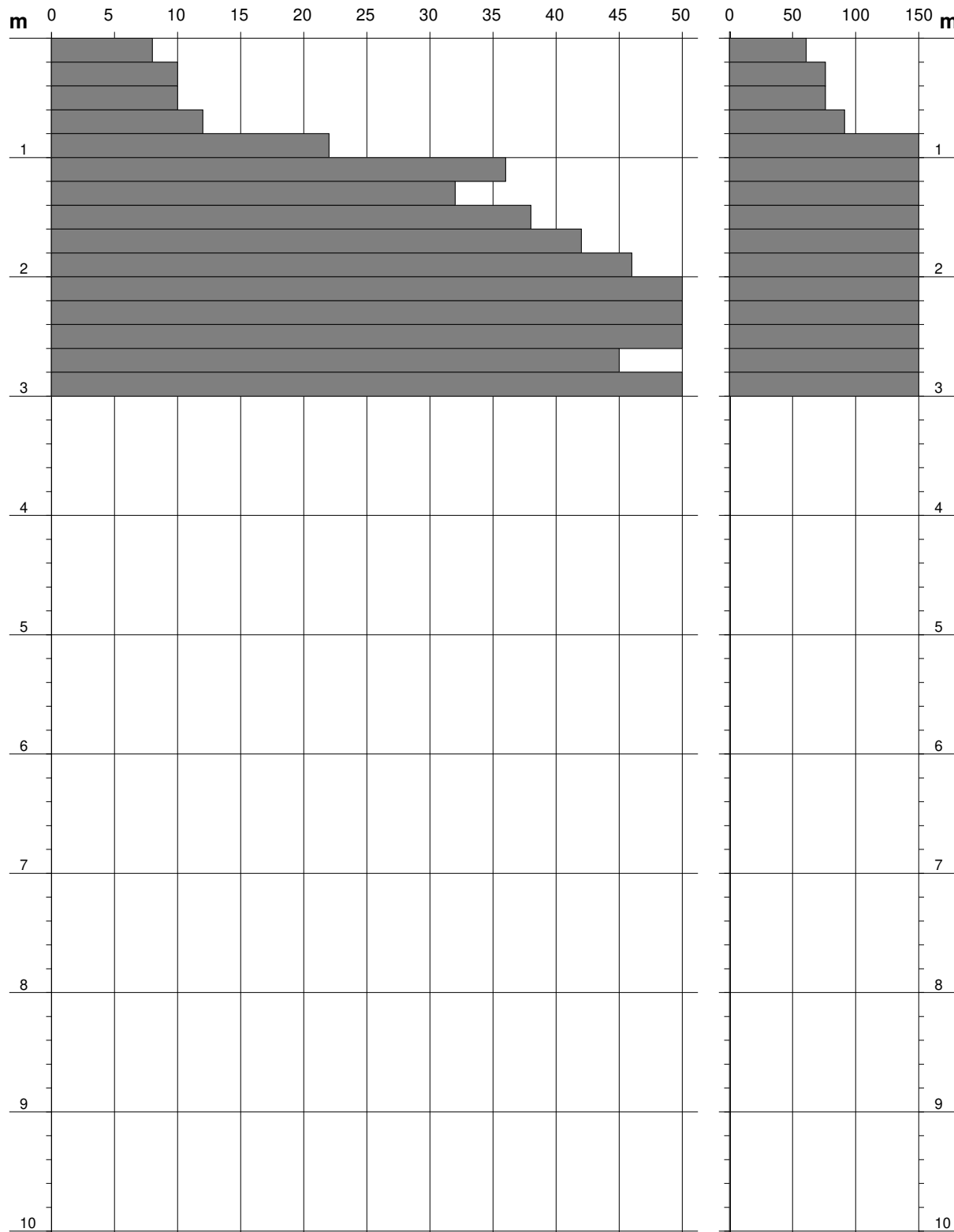
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforzi
- sperimentatore :
- aiuto speriment. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

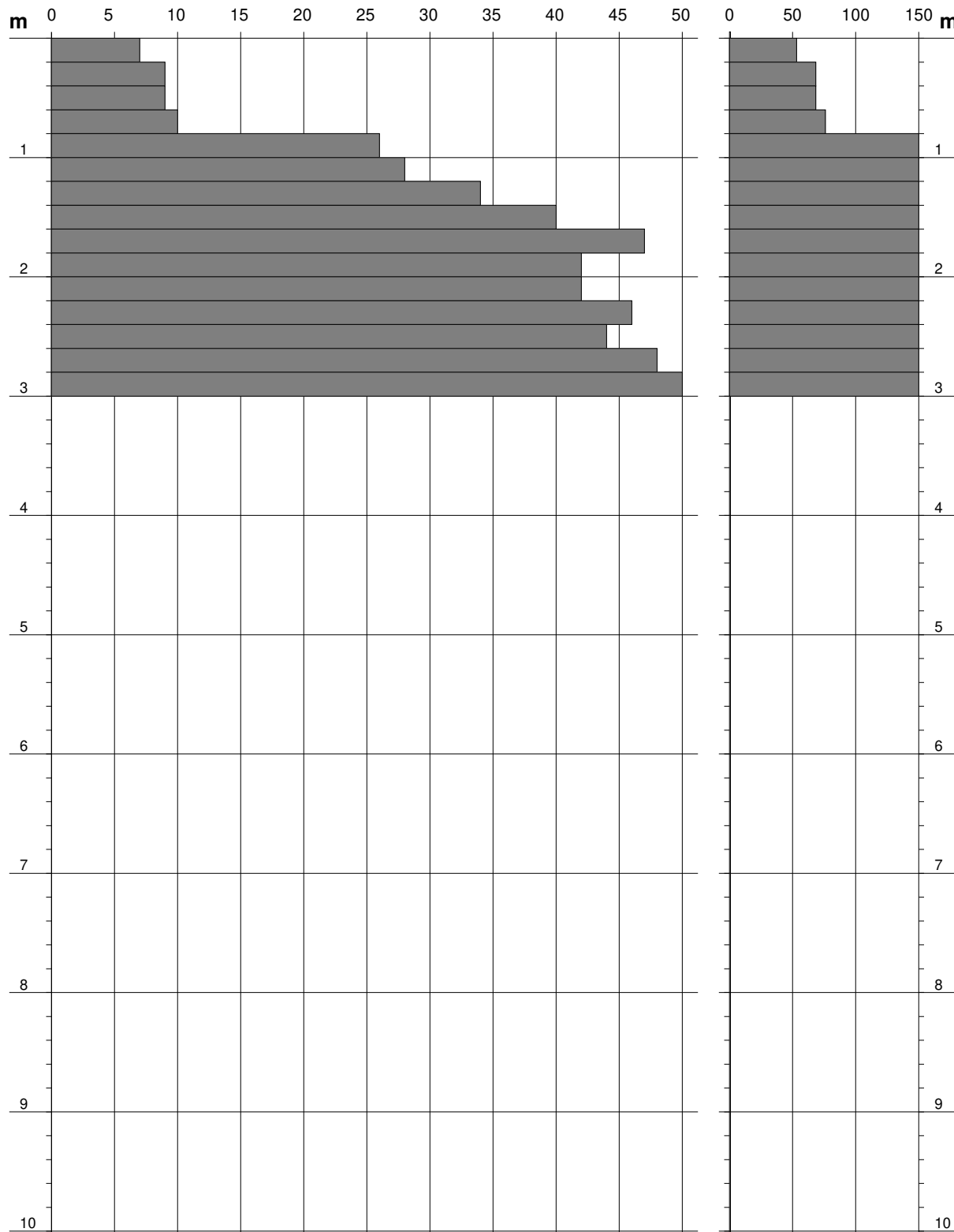
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforzi
- sperimentatore :
- aiuto sperim. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 3

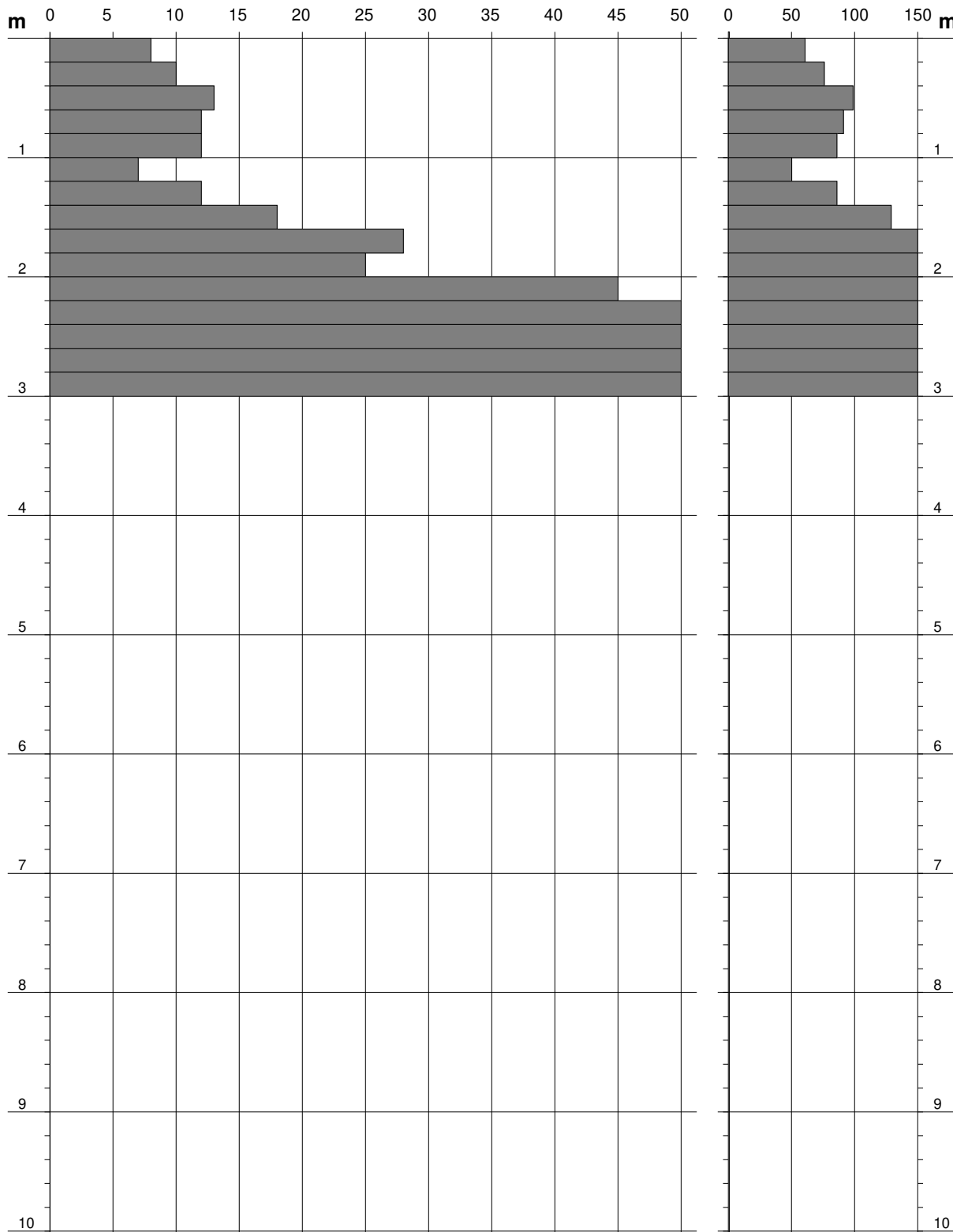
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforzi
- sperimentatore :
- aiuto speriment. :
- note : prova conclusa a rifiuto ad infissione

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 1

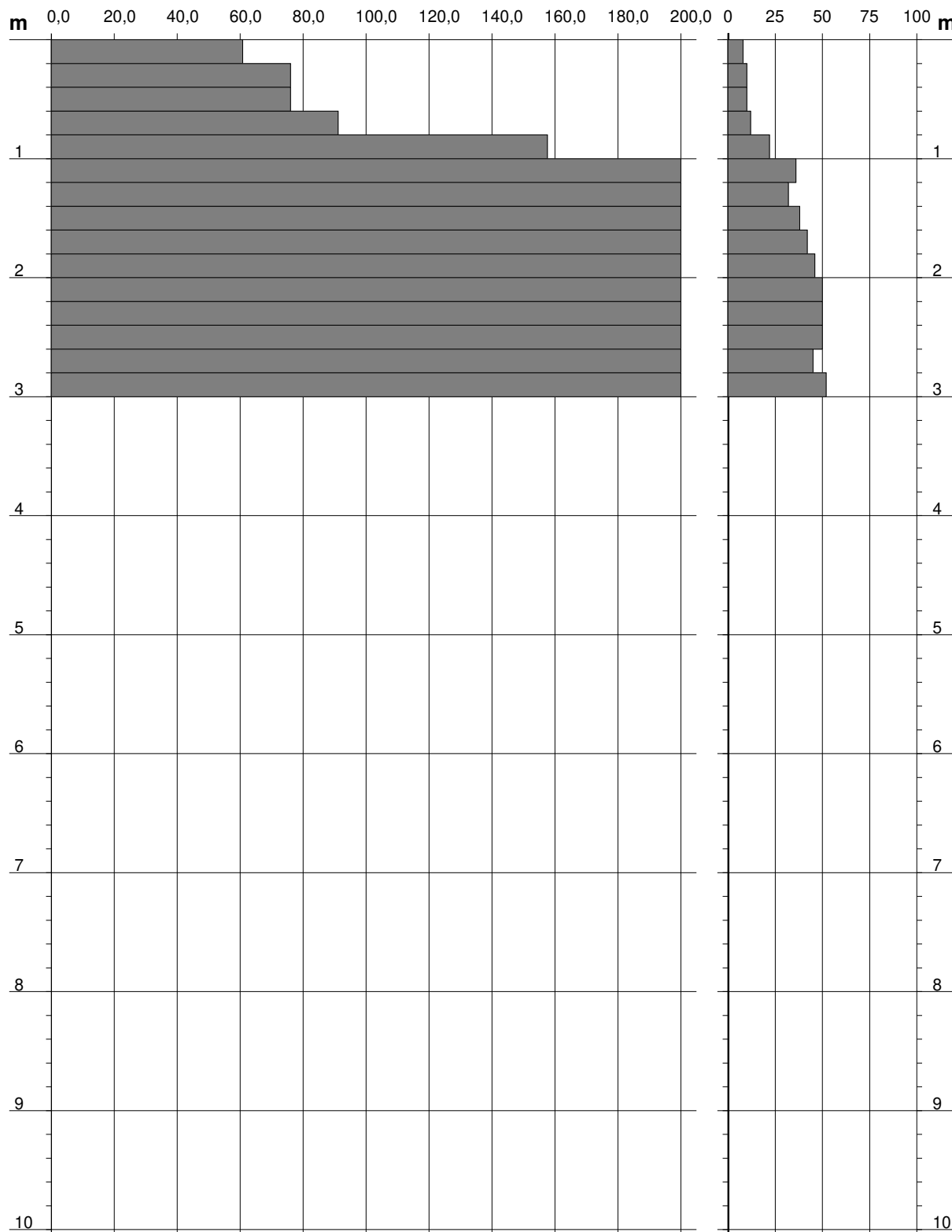
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforni
- sperimentatore :
- aiuto sperim. :

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 2

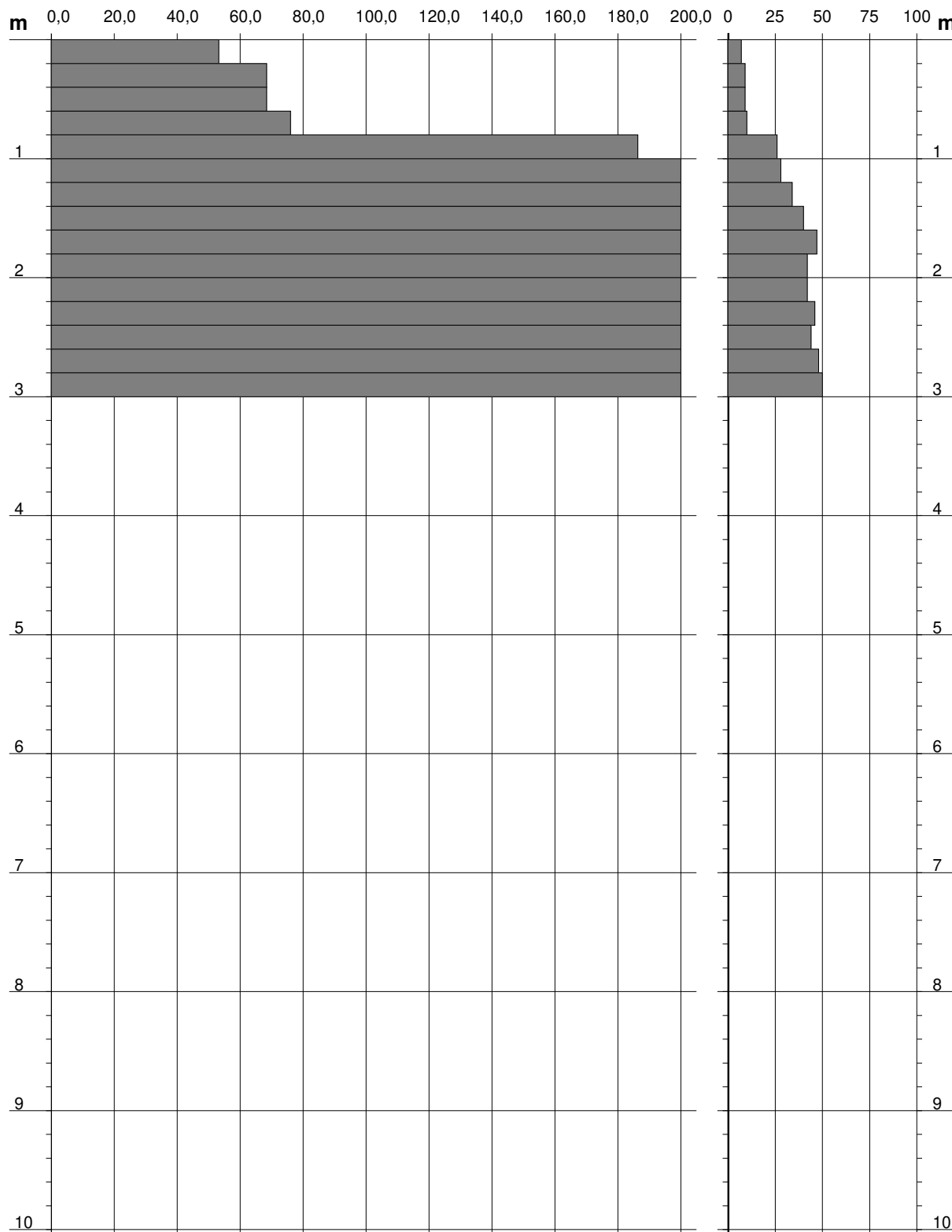
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforni
- sperimentatore :
- aiuto sperim. :

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 3

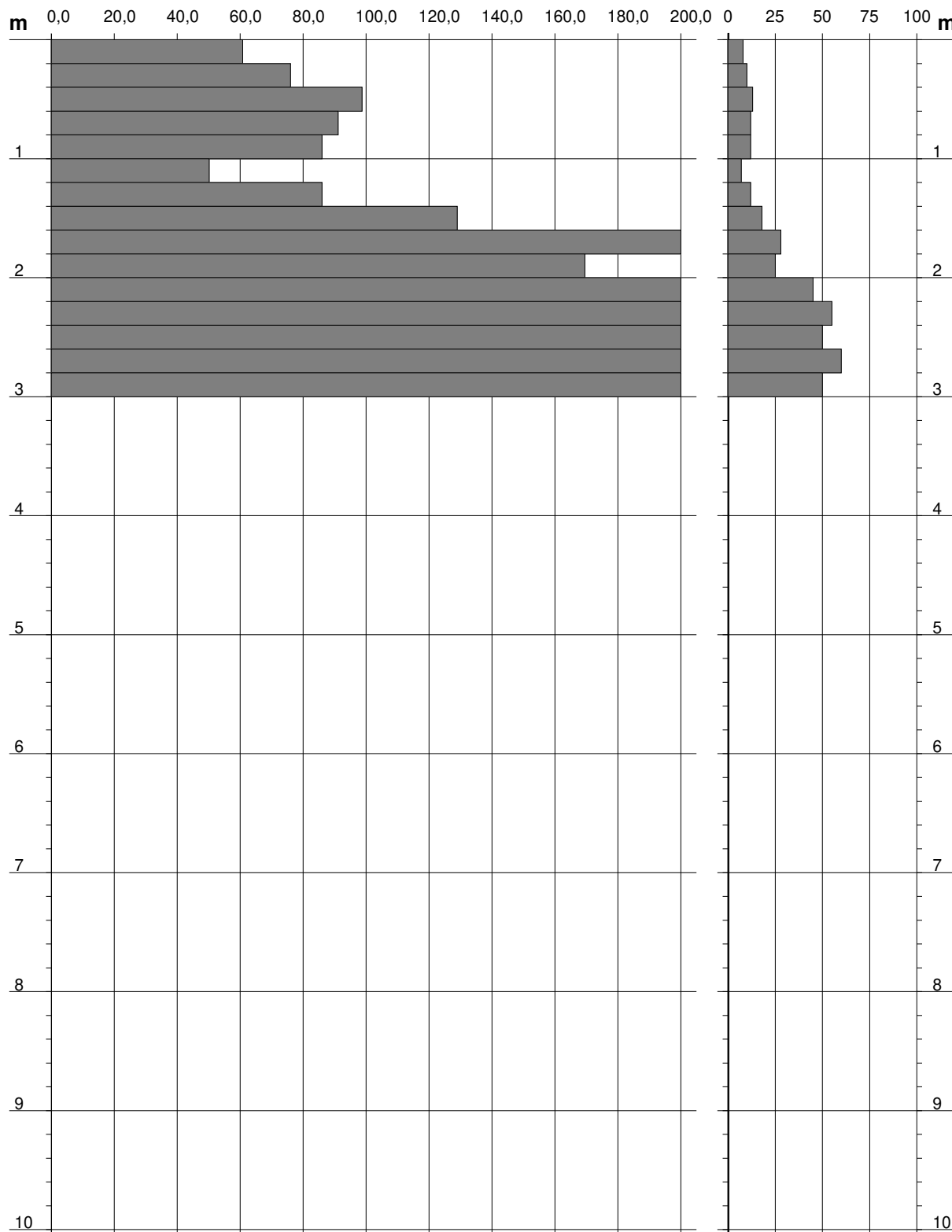
Scala 1: 50

- committente : Soc. BTB srl - Penta SpA
- lavoro : Opera pubblica
- località : Verona (Vr) Piazzale Sforni
- sperimentatore :
- aiuto sperim. :

- data prova : 27/07/2021
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina n°:

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



2.4 Unità litotecniche e valori medi di caratterizzazione

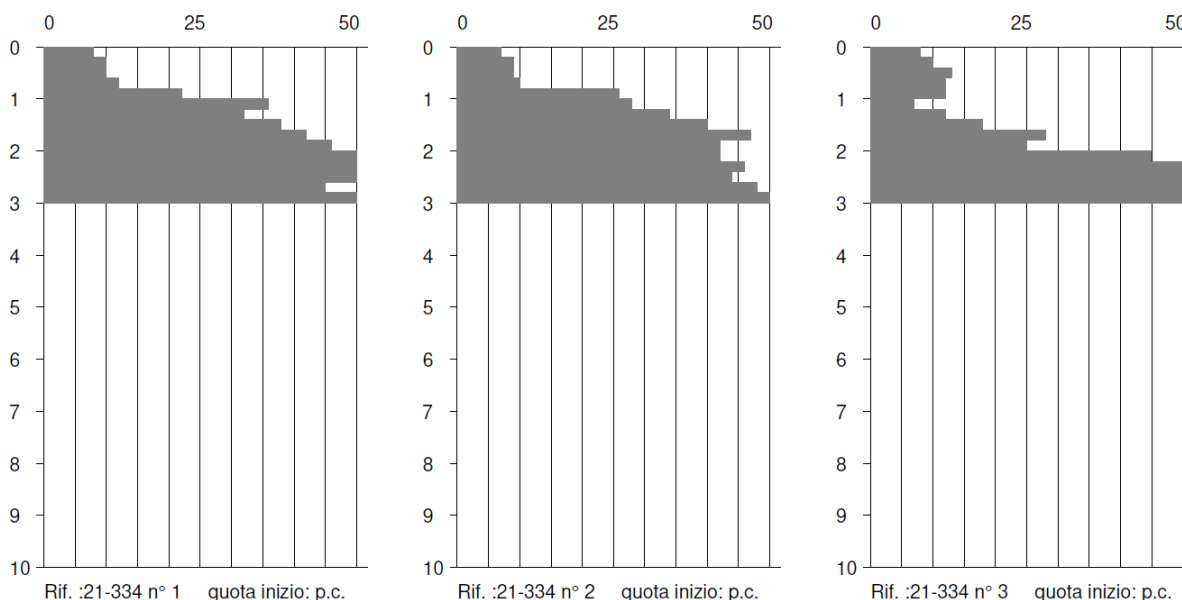
L'indagine strumentale ha rilevato la presenza di sedimenti alluvionali con granulometria variabile dalle sabbie alle ghiaie; per meglio comprendere i rapporti stratigrafici si riportano di seguito i diagrammi dei valori di resistenza dinamica alla punta ottenuti dalle prove penetrometriche.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA

Certificato: 21-476

Scala 1: 150

Quote inizio indipendenti.



Di seguito si propone la stratigrafia litotecnica media ottenuta a partire dai valori di resistenza registrati nella penetrometria; per gli intervalli granulari (sabbie s.l.) si è considerato il parametro angolo di attrito ϕ' mentre solitamente per gli intervalli limosi si considera il parametro coesione c_u ; i valori assegnati si riferiscono all'indagine penetrometrica eseguita nel sito e trovano riscontro nella bibliografia geotecnica; in assenza di prove di laboratorio i valori assegnati sono da considerarsi orientativi e cautelativi.

	PROFONDITÀ (m da p.c.)	LITOLOGIA ORIENTATIVA	c_u	ϕ'
Din 1-2	0,00 - 0,80	Sabbie limose mediamente addensate	85-95 kPa	31°
	0,80 - 3,00	Ghiaie in matrice sabbiosa mediamente addensate	--	42°
Din 3	0,00 - 1,60	Sabbie limose mediamente addensate	110 kPa	32°
	1,60 - 3,00	Ghiaie in matrice sabbiosa mediamente addensate	--	43°

3. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

3.1 Determinazione categoria suolo di fondazione

La normativa classifica i suoli di fondazione sulla base del parametro Vs30 ossia la velocità media di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 metri di profondità.

Per la determinazione del Vs30 si è utilizzata una tecnologia a sismica passiva (Tromino ®) con misura del rumore sismico; le rilevazioni consentono di stimare il valore di Vs30 mediante l'inversione dei valori H/V (spessore strato/ velocità) a partire dalla misura delle frequenze del micro-tremore comprese nell'intervallo 0,1 ÷ 200 Hz.

Di seguito viene riportato il Report dell'indagine effettuata.

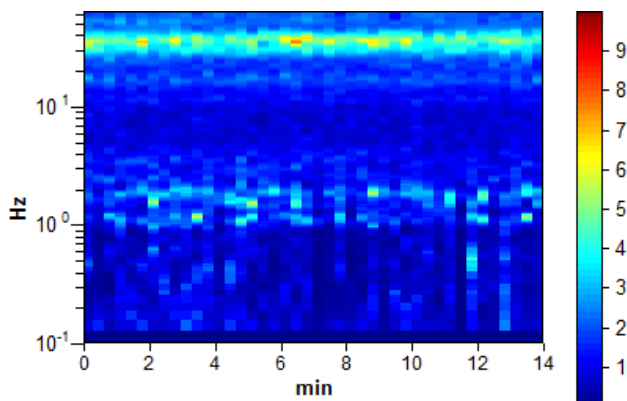
TROMINO® Grilla

Instrument: TRZ-0021/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
GPS data not available

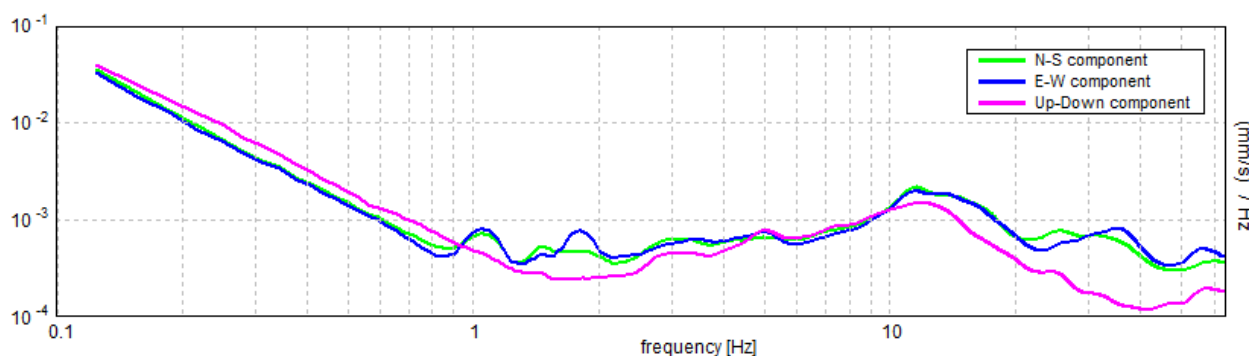
Trace length: 0h14'00".
Analysis performed on the entire trace
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%



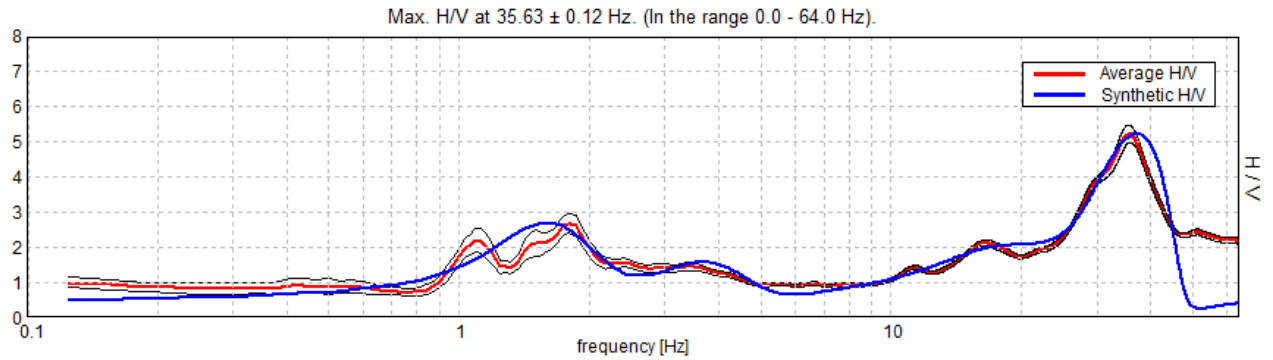
H/V TIME HISTORY



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

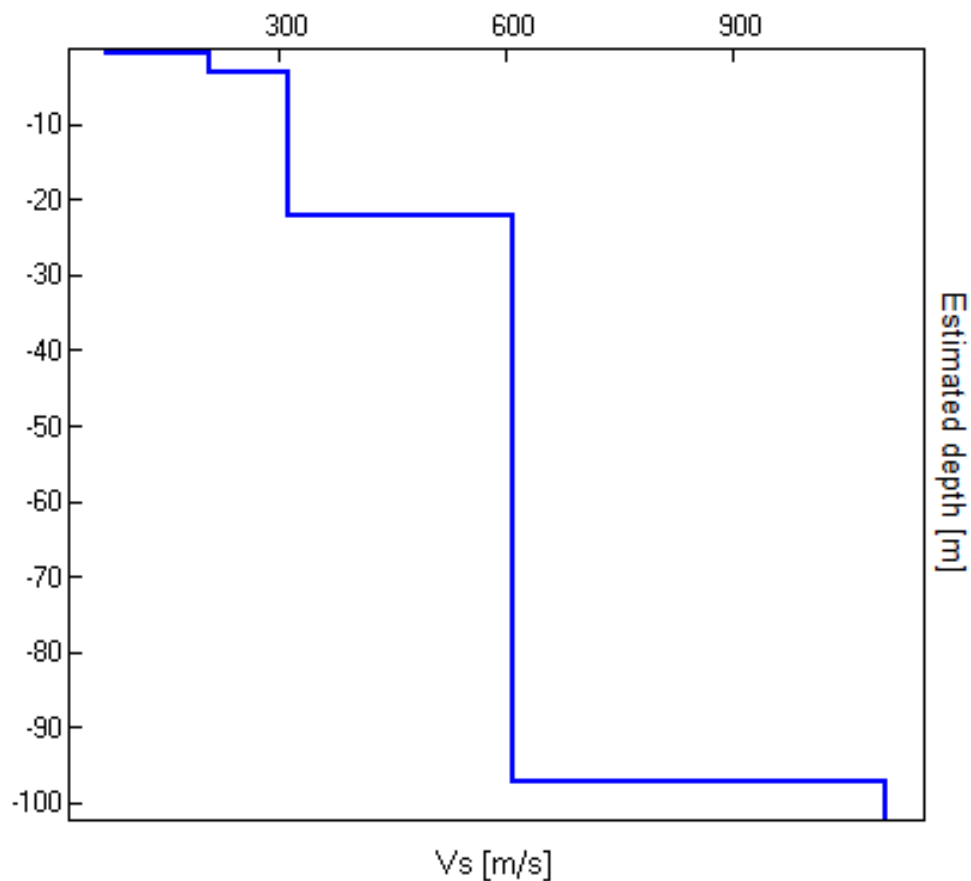


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.60	0.60	75
3.20	2.60	210
22.20	19.00	315
97.20	75.00	610
inf.	inf.	1100

$V_{s(30)} = 321 \text{ m/s}$



TROMINO® Grilla

Il valore di $V_{S30} = 321 \text{ m/s}$ ci permette di classificare i terreni come:

Categoria suolo di fondazione C – depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$; $70 < c_U < 250 \text{ kPa}$).

3.2 Zonazione sismica

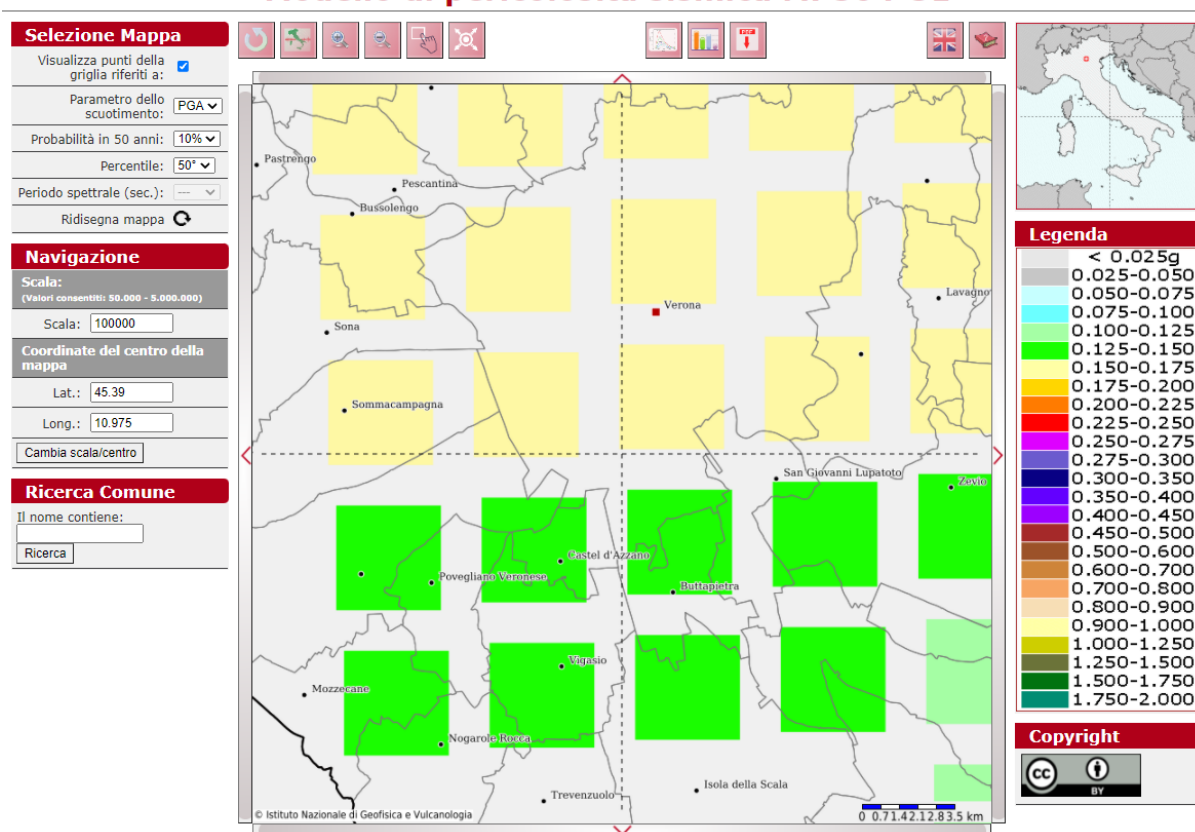
La zonazione sismica del territorio è definita su base territoriale e con l'entrata in vigore della DGR del Veneto n. 244 del 09/03/2021 (aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche – BUR n. 38 del 16.03.2021), il territorio comunale di Verona (ISTAT 023091) è classificato in Zona 2 (allegato B DGR 244/2021).

Il Pericolo sismico viene definito, in accordo con quanto disposto dall'O.P.C.M. 3519/2006 e dalla D.G.R. 3308/2008 del Veneto, a partire dal valore dell'accelerazione massima attesa al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (riferita a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s); secondo la mappa elaborata a tale scopo dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), e recepita dalla normativa nazionale e regionale, i valori di ag nel sito sono compresi nell'intervallo 0,150÷0,175.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Mappa di pericolosità sismica (fonte sito INGV: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>)

3.3 Dati sismici per le verifiche degli stati limite

Le verifiche progettuali devono essere effettuate applicando i dati di azione sismica specifici per ciascun sito; tali dati sono determinati a partire dalla posizione geografica (latitudine/longitudine), dalla categoria topografica, dalla categoria del suolo di fondazione, dalla classe d'uso dell'edificio (c_u) e dalla vita nominale (v_N); pertanto, sulla scorta delle informazioni fornite dal Progettista ($c_u = 2$ e $v_N = 50$ anni), è possibile, avvalendoci dei dati elaborati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, fornire i seguenti dati di azione sismica utilizzabili nelle Verifiche agli Stati Limite ossia delle condizioni superate le quali la struttura in esame non soddisfa più i requisiti per i quali è stata progettata.

Seguono il riepilogo dei dati sismici relativi a tutti gli stati limite.

COORDINATE SITO (SISTEMA ED50)	LATITUDINE 45,390120	LONGITUDINE 10,975002		
CAT. SOTTOSUOLO C	CAT. TOPOGRAFICA T1	PERIODO RIFERIMENTO 75anni	COEFFICIENTE c_u 1,5	
STATO LIMITE	PARAMETRI SISMICI		COEFFICIENTI SISMICI	
SLO (Operatività)	Prob. di superamento:	81 [%]	Ss:	1,500
	Tr:	30 [anni]	Cc:	1,660
	ag:	0,050 g	St:	1,000
	Fo:	2,495	Kh:	0,015
	Tc*:	0,248 [s]	Kv:	0,007
			Amax:	0,733
			Beta:	0,200
SLD (Danno)	Prob. di superamento:	63 [%]	Ss:	1,500
	Tr:	50 [anni]	Cc:	1,640
	ag:	0,065 g	St:	1,000
	Fo:	2,510	Kh:	0,020
	Tc*:	0,258 [s]	Kv:	0,010
			Amax:	0,958
			Beta:	0,200
SLV (salvaguardia Vita)	Prob. di superamento:	10 [%]	Ss:	1,440
	Tr:	712 [anni]	Cc:	1,600
	ag:	0,174 g	St:	1,000
	Fo:	2,454	Kh:	0,060
	Tc*:	0,278 [s]	Kv:	0,030
			Amax:	2,456
			Beta:	0,240
SLC (prevenzione Collasso)	Prob. di superamento:	5 [%]	Ss:	1,370
	Tr:	1462 [anni]	Cc:	1,590
	ag:	0,227 g	St:	1,000
	Fo:	2,433	Kh:	0,087
	Tc*:	0,284 [s]	Kv:	0,043
			Amax:	3,043
			Beta:	0,280

3.4 Liquefazione dei terreni

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno; in questo contesto il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo quanto disposto dalle NTC (rif. 7.11.3.4 *Stabilità nei confronti della liquefazione*) riguardo al rischio di liquefazione in presenza di terreni saturi prevalentemente sabbiosi, tale verifica può essere omessa qualora sussista almeno una delle seguenti condizioni:

1. *accelerazione max attesa al suolo $a_g < 0,10 g$;*
2. *profondità media stagionale della falda $> 15 m$ da piano campagna;*
3. *sabbie pulite con resistenza $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{C1N} > 180$; i precedenti termini, relativi rispettivamente a risultanze di prove dinamiche e di prove statiche, si riferiscono a valori di resistenza normalizzati ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle Fig. 7.11.1(a) e (b) delle NTC.

I sedimenti granulari grossolani rinvenibili in sito sono caratterizzati da valori di $(N_1)_{60} > 30$; l'indagine sismica eseguita con il tromino® mostra un aumento dei valori di V_{s30} con la profondità consentendo di prevedere la presenza di depositi tenaci anche a quote maggiori; tale condizione soddisfa il precedente punto 3 e pertanto non risulta necessario procedere alla verifica del rischio di liquefazione dei terreni.

4. CONCLUSIONI DI CARATTERE GEOLOGICO

Dai rilievi eseguiti si deduce quanto segue:

- l'area appare stabile da un punto di vista geomorfologico e non presenta dissesti in atto o potenziali;
- i terreni superficiali interessati dalla realizzazione delle opere in progetto presentano comportamento granulare (ghiaie e sabbie) dotati di buone caratteristiche geomeccaniche;
- la falda non è stata rilevata almeno fino alla profondità di ca. -3,00 m ed i dati bibliografici individuano la stessa a profondità prossime a 5 m da p.c. attuale;
- il territorio comunale di Verona ricade in Zona 2 (allegato B DGR 244/2021);
- in merito alla liquefacibilità dei sedimenti, i terreni non sono risultati soggetti a verifica del rischio.

VALUTAZIONI GEOTECNICHE PER LA REALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DI LOTTIZZAZIONE

5. CALCOLO DEL PACCHETTO STRADALE

Sulla scorta delle indagini svolte e dei dati in possesso dello scrivente sono state formulate alcune ipotesi relative alla determinazione degli spessori del pacchetto stradale necessario alla realizzazione della viabilità di lottizzazione.

Tale stima è stata eseguita tenendo conto dei carichi derivanti dal rilevato stradale (carico permanente) e dal traffico dei mezzi sulla strada (carico accidentale).

Nel dettaglio:

carico permanente, incremento dovuto al peso proprio del materiale utilizzato per la realizzazione del rilevato stradale ossia:

$$h \times \gamma = 0,50 \text{ m} \times 1,80 \text{ t/m}^3 = 0,90 \text{ t/m}^2 = 0,09 \text{ kg/cm}^2 \approx 0,10 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{10 \text{ kN/m}}$$

dove $h = 0,50 \text{ m}$ = spessore orientativo del rilevato stradale

$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$ = peso di volume del materiale utilizzato

carico accidentale, incremento dovuto al transito di automezzi considerato uniformemente distribuito ed assunto pari a:

$$0,20 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{20 \text{ kN/m}}$$

CARICO TOTALE gravante sui terreni d'appoggio sarà pertanto pari a :

$$10 \text{ kN/m (permanente)} + 20 \text{ kN/m (accidentale)} = \mathbf{30 \text{ kN/m}}$$

Per il calcolo dello spessore del pacchetto stradale e per la valutazione, il dimensionamento e la scelta dei materiali con cui realizzare i manufatti stradali, si sono messi in relazione i valori di CBR% (*California Bearing Ratio*) e del Modulo di Resilienza (M_r) secondo la Normativa Tecnica di riferimento (norme tecniche CNR); in particolare M_r , esprime la proprietà dei materiali di resistere a sollecitazioni di tipo dinamico provocate dagli urti (movimento dei mezzi sulla strada) ed è espresso in N/mm^2 .

Per il calcolo sono stati utilizzati valori cautelativi riferiti ai primi metri di successione stratigrafica ossia quelli maggiormente interessati dalle sollecitazioni dei veicoli tenuto conto che il tracciato interesserà materiali granulari (ghiaioso-sabbiosi).

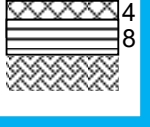
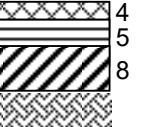
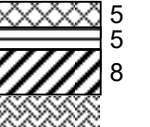
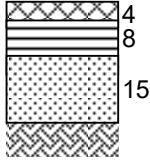
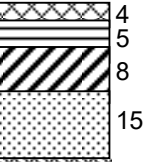
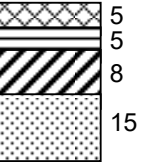
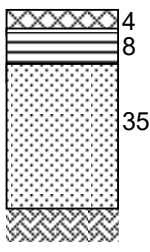
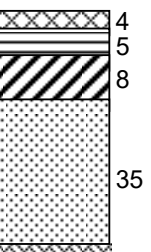
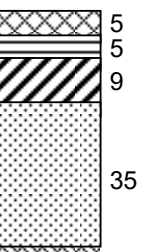
Il valore di CBR (%) si ottiene dalla successiva tabella che correla la litologia del sub strato al valore di Qult (capacità portante del terreno) ricavato dalle indagini geotecniche in sito.

TIPO DI TERRENO	Qult (kN/m ²)	CBR%
argilloso molto plastico	50 ÷ 70	3 ÷ 5
argilloso mediamente plastico	60 ÷ 80	4 ÷ 8
argilloso-sabbioso poco plastico	70 ÷ 100	6 ÷ 10
limoso-sabbioso	100 ÷ 200	10 ÷ 20
sabbioso	200 ÷ 300	20 ÷ 40
sabbioso-ghiaioso	300 ÷ 400	40 ÷ 60
ghiaioso	300 ÷ 500	40 ÷ 80

Il Modulo di Resilienza è correlabile al parametro CBR tramite la seguente

$$Mr = 10 \text{ CBR\%} = 10 \times 40 = 400 \text{ N/mm}^2$$

In relazione al valore ottenuto di Mr (minimo cautelativo) si evidenziano di seguito (riquadro evidenziato) gli spessori delle varie componenti del rilevato stradale consigliati dal “Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali” redatto dal CNR in funzione del traffico veicolare prevedibile in relazione alla tipologia di strada ovvero *strade urbane di quartieri e locali (scheda N. 7F del catalogo)*; date le ottime caratteristiche geotecniche dei litotipi superficiali, il pacchetto proposto è da ritenersi ampiamente soddisfatto per le condizioni di carico e traffico veicolare ($400 \text{ N/mm}^2 \gg 150 \text{ N/mm}^2$).

N. 7F	STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Modulo resiliente del sottofondo	Numero di passaggi di veicoli commerciali					
	400.000	1.500.000	4.000.000	10.000.00	25.000.000	45.000.000
150 N/mm ²				TRAFFICO NON PREVISTO PER IL TIPO DI STRADA		
90 N/mm ²				TRAFFICO NON PREVISTO PER IL TIPO DI STRADA		
30 N/mm ²				TRAFFICO NON PREVISTO PER IL TIPO DI STRADA		

	Conglomerato bituminoso per strato di usura
	Conglomerato bituminoso per strato di collegamento
	Conglomerato bituminoso per strato di base
	Misto granulare
	Terreno in posto

NB - gli spessori indicati sono espressi in cm

6. CONCLUSIONI ED ACCORGIMENTI TECNICI

Le indagini eseguite sui terreni dove è prevista la realizzazione della viabilità interna del P.U.A. in Piazzale Sforzi a Verona, hanno permesso di giungere alle seguenti conclusioni:

- l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni superficiali ghiaioso-sabbiosi riscontrati fino ad almeno 3,0 m di profondità, dotati di buoni valori di resistenza;
- si ritiene che la capacità portante indicativa dei terreni d'appoggio, relativamente alla realizzazione delle strade, sia compatibile con i carichi derivanti dalle opere viarie in progetto e dal loro uso;
- la carta delle fragilità del PAT comunale non individua particolari criticità nell'area in esame; ai fini edificatori i terreni sono indicati come *mediocri*; tuttavia, i rilievi geotecnici effettuati hanno mostrato condizioni nettamente migliori a quelle attese e certamente idonee alla realizzazione delle infrastrutture in progetto;
- la falda non è stata riscontrata nei livelli più superficiali prossimi al piano campagna e pertanto non interferirà con le opere di urbanizzazione (almeno > 3,0 m da piano campagna attuale) anche nel caso della posa di opere accessorie (sottoservizi, pozzetti od altro).

Infine, sarà compito del Tecnico Progettista, una volta valutato il traffico veicolare previsto sulla viabilità in progetto, effettuare la scelta definitiva in merito agli spessori del pacchetto stradale. Il parametro scelto per caratterizzare la portanza del sottofondo è il "modulo resiliente" Mr.

La scelta di tale parametro è stata dettata dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Esso è correlabile ai parametri più comunemente utilizzati quali l'indice di portanza CBR e il modulo di reazione K. Esistono tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente Mr riportati in tabella seguente.

Mr = 150 N/mm ² buona	Mr = 90 N/mm ² media	Mr = 30 N/mm ² scarsa
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

I terreni dell'area di intervento maggiormente sollecitati dalle strade di lottizzazione rientrano nella categoria di sottofondo più prossima alla categoria definibile "buona" avendo un modulo resiliente ben superiore a 150 N/mm².

Le caratteristiche delle miscele bituminose, degli strati di collegamento e dei materiali nonché delle altre operazioni e verifiche da effettuare sul pavimento stradale dovranno seguire i criteri suggeriti dal catalogo delle pavimentazioni stradali. Le caratteristiche di qualità dovranno essere garantite dalla ditta esecutrice e verificate in corso d'opera dalla D.LL., anche in relazione alle condizioni climatiche del territorio.

La profondità media della falda, oltre all'assenza di opere interrato, esclude interferenze con il piano di posa delle opere viarie.

La modesta altezza della sezione di scavo non fa prevedere particolari cautele in ordine alla stabilità del fronte; al fine di garantire la massima sicurezza del personale e dei mezzi operanti in cantiere si consiglia il transito ad una distanza dal ciglio pari almeno all'altezza di scavo.

BIBLIOGRAFIA

Riferimenti bibliografici, normativi e cartografici

- *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche* Associazione Geotecnica Italiana – A.G.I. (1977).
- *Elementi di Geotecnica*, Zanichelli Ed. (1996) – P. Colombo, F. Colleselli;
- *Geotecnica*, Zanichelli Ed. (1993) – R. Lancellotta.
- *Il Manuale del Geologo*, Pitagora Ed. (1995) – M. Casadio, C. Elmi, F. Francavilla.
- Ord. C.M. n. 3274 del 20.03.03: *primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*.
- D.M. 17.01.2018: *Norme Tecniche per le Costruzioni*.
- CIRCOLARE 21 FEBBRAIO 2019 n. 7, C.S.LL.PP.
- DGR del Veneto N. 244 del 09/03/2021 Zonazione sismica
- Nunziante Marino, maggio 2006: *Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile aggiornato agli Eurocodici 7 e 8 – effetti sismici*; Maggioli Editore.
- TAVOLETTA I.G.M. – Verona - scala 1:25.000
- CARTA TECNICA REGIONALE (C.T.R.) – 1440410 Ca di David – scala 1:5.000
- CARTA GEOLOGICA DEL VENETO – scala 1:250.000, a cura della Regione Veneto
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, F. 49 Verona – scala 1:100.000, redatta a cura dell'Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia
- CARTA DELLE UNITÀ GEOMORFOLOGICHE DEL VENETO – scala 1:250.000, a cura della Regione Veneto
- CARTA GEOMORFOLOGICA DI UNA PORZIONE DI PIANURA A SUD-EST DI VERONA – scala 1:25.000, a cura del Museo Civico di Storia Naturale di Verona
- CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE – SCALA 1:30.000
- CARTA DELLE FRAGILITÀ allegata al P.T.P. – SCALA 1:20.000, a cura della Provincia di Verona
- CARTA DELLE FRAGILITÀ allegata al P.A.T. – SCALA 1:15.000, a cura del Comune di Verona
- CARTA IDROGEOLOGICA allegata al P.A.T. – SCALA 1:15.000, a cura del Comune di Verona
- GEOPORTALE – Sistema Informativo Geografico Integrato del Comune di Verona.