
COMUNE DI STRADELLA
PROVINCIA DI PAVIA

Committente

GIOVANNI MARIA GABETTA

frazione Boschetti, 10
27040 - Cigognola (PV)

Progettisti



E PLUS STUDIO S.R.L.

via Silvio Cappella, 14
27100, Pavia (PV)

Progettisti:
Paolo Bacci
Massimiliano Koch
Valerio Lozio
Diego Torriani

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

art.28 Legge 17 Agosto 1942, n.1150

Progetto

APR3-VIALE RESISTENZA
SUBAMBITO OVEST

Viale Resistenza, snc
27049 - Stradella (PV)

Oggetto

RELAZIONE GEOTECNICA

Tavola

REL-03

Scala

Nord

Data

10 marzo 2023

Revisioni

Comune di Stradella (PV)

OGGETTO: Piano di lottizzazione residenziale in Viale Resistenza
snc in Comune di Stradella (PV)

COMMITTENTE: Sig. Giovanni Maria Gabetta

Relazione geotecnica
ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018

Luca Camorali
Geologo



Pavia, li 02.03.2023

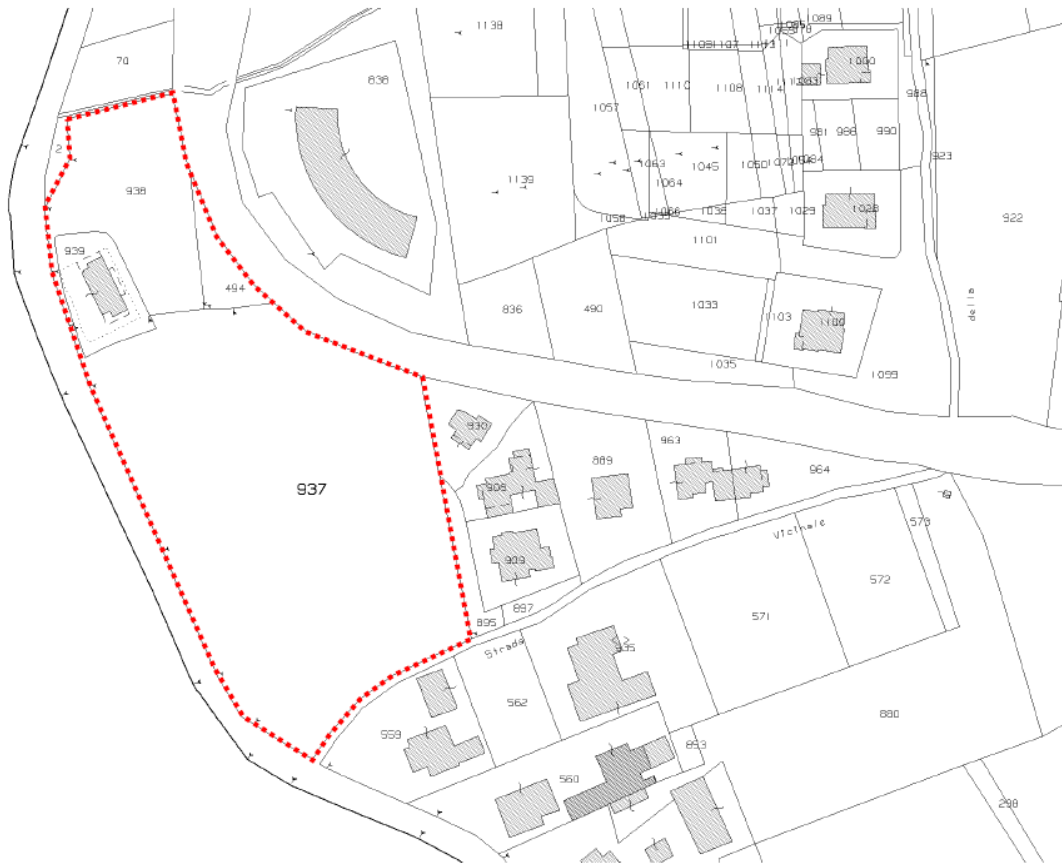
INDICE

1.0	PREMESSA	3
2.0	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3.0	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
4.0	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	6
5.0	INDAGINI ESEGUITE	13
6.0	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	15
7.0	CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	16
8.0	CONCLUSIONI	20
	ALLEGATO 1.....	21

1.0 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta per la progettazione di un piano di lottizzazione residenziale da realizzarsi in Viale della Resistenza snc in Comune di Stradella (PV).

L'intervento è individuato al Foglio 21 mappali 937-938-939-494.



Stralcio catastale con indicazione lotto di intervento

Per la definizione delle litologie presenti in sito sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 3 prove penetrometriche statiche tipo CPT

Per maggiori informazioni di carattere geologico e sismico, si rimanda alla relazione geologica e sismica redatta per tale progetto.



Vista area di intervento

2.0 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **D.M. 17.01.2018:** Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **D.G.R. 8 ottobre 2015, n. X/4144:** Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 11 luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”
- **D.G.R. 10 ottobre 2014, n. X/2489:** Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 11 luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”
- **D.G.R. 11 luglio 2014, n. X/2129:** Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- **D.G.R. 30 novembre 2011, n. IX/2616:** “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374”
- **D.M. 14.01.2008:** Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale.
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105).
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Eurocodice 8:** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **Eurocodice 7.1 (1997):** Progettazione geotecnica – parte I : Regole Generali. – UNI
- **Eurocodice 7.2 (2002):** Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002):** Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

3.0 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

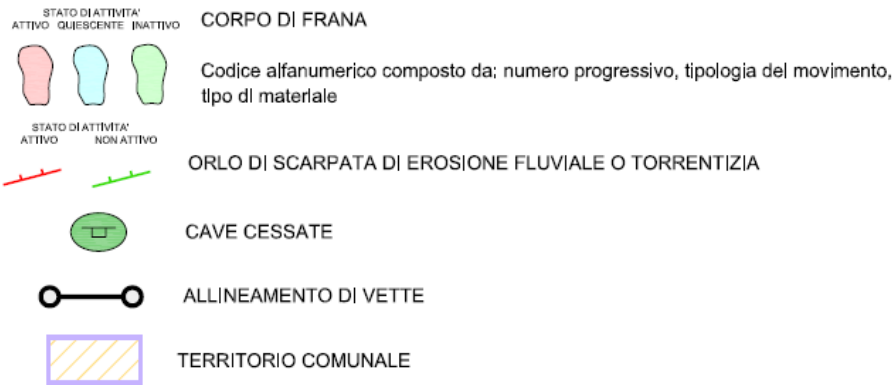
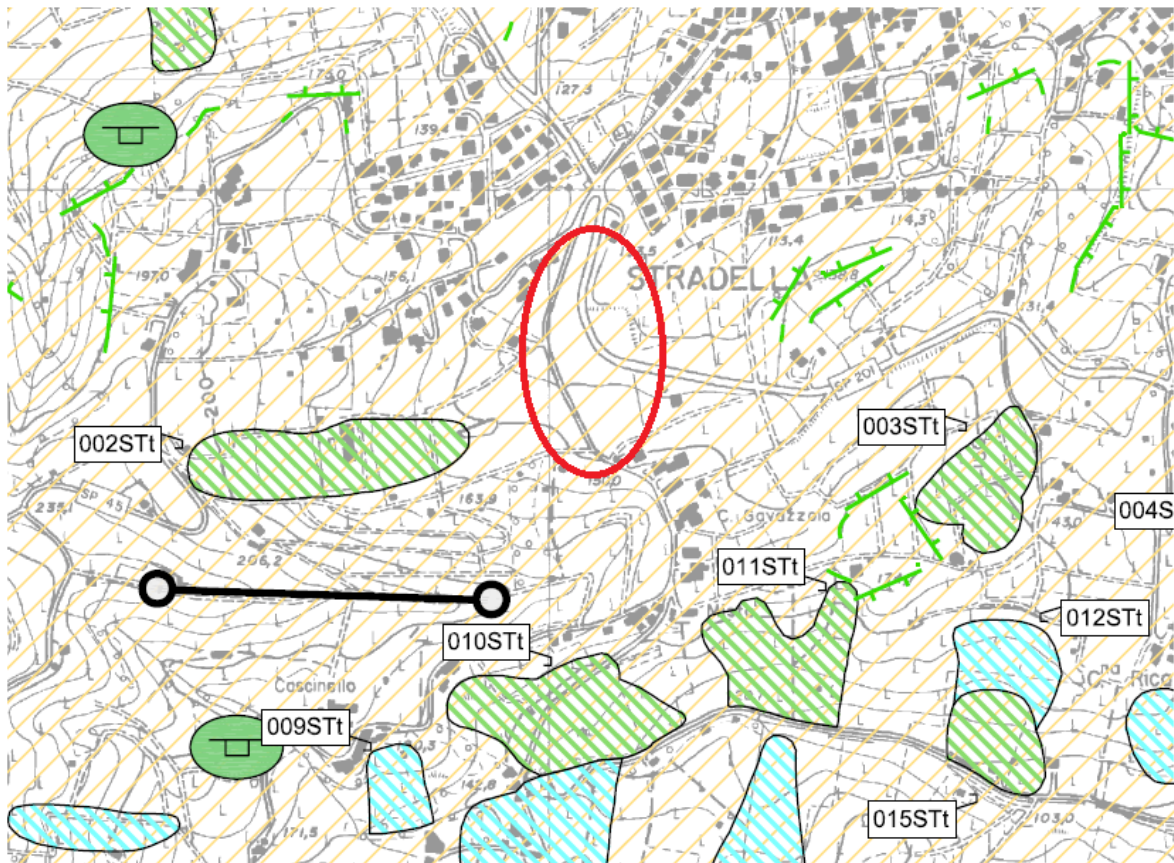
- Carta Geologica d'Italia I.G.M. in scala 1:100.000 – Foglio n° 59 Pavia
- PGT Comune di Stradella (PV)
- Piano di lottizzazione residenziale in Viale Resistenza snc in Comune di Stradella (PV) –
Relazione geologica e simica ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 e D.G.R. IX/2616 del 30
novembre 2011

4.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale di Stradella è caratterizzato da 2 zone:

- la pianura che si sviluppa a Nord del capoluogo ed è costituita da depositi alluvionali che costituiscono il ripiano fondamentale della pianura oltrapadana ai quali si sovrappongono i depositi del Torrente Versa che incide tale area
- la collina che occupa le zone centrali e meridionali dell'area comunale ed è costituita da terreni con caratteristiche di bassa erodibilità e terreni più facilmente erodibili che conferiscono quindi ai versanti collinari i seguenti aspetti:
 - versanti con modeste pendenze generalmente non superiori a 10-15° nella zona centrale del territorio comunale
 - versanti con pendenze medio-elevate intorno ai 25-30° nella zona meridionale del territorio comunale che sono sedi di numerosi fenomeni franosi

L'area in studio è impostata su un versante caratterizzato da modesta pendenza e privo di movimenti franosi.



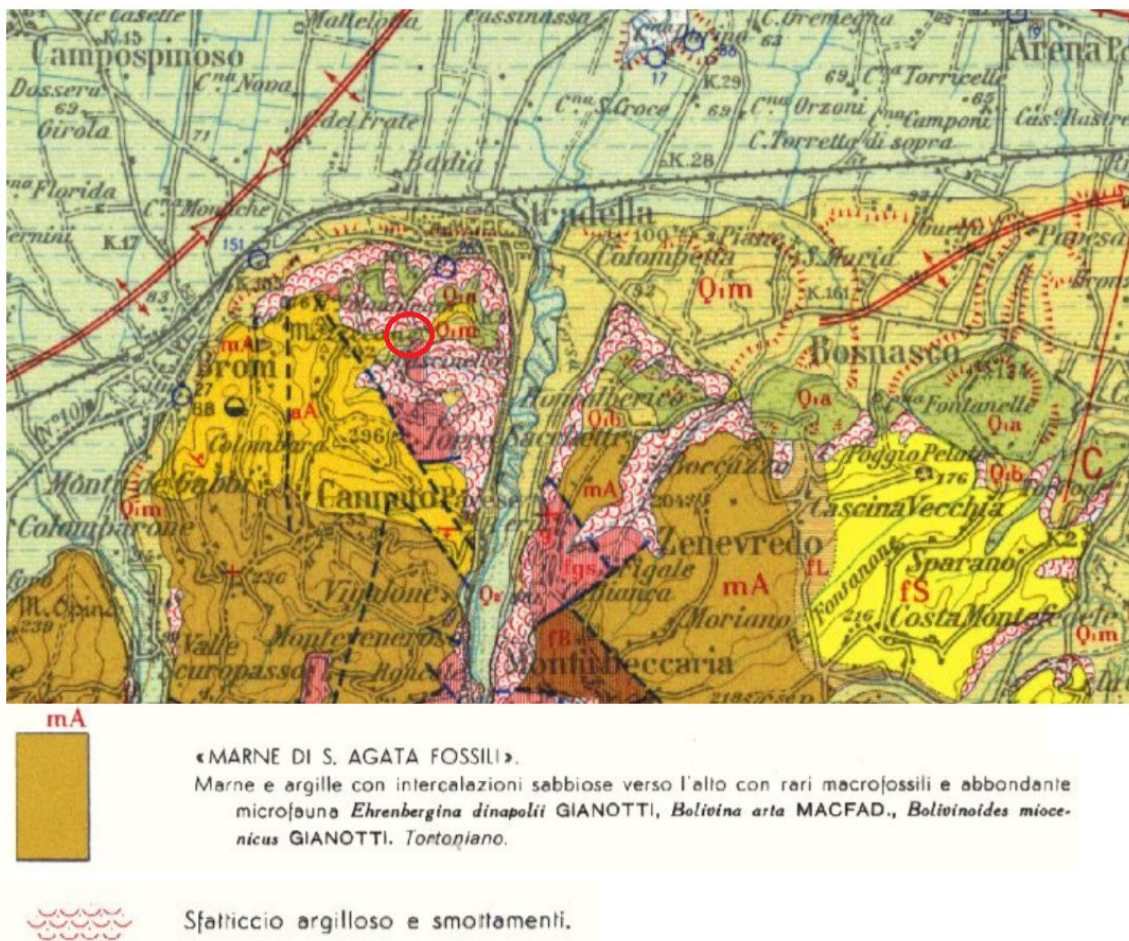
Stralcio Carta Geomorfológica allegata al PGT vigente

Camorali Luca
Geologo
Viale Campari 83/b
27100 Pavia (PV)

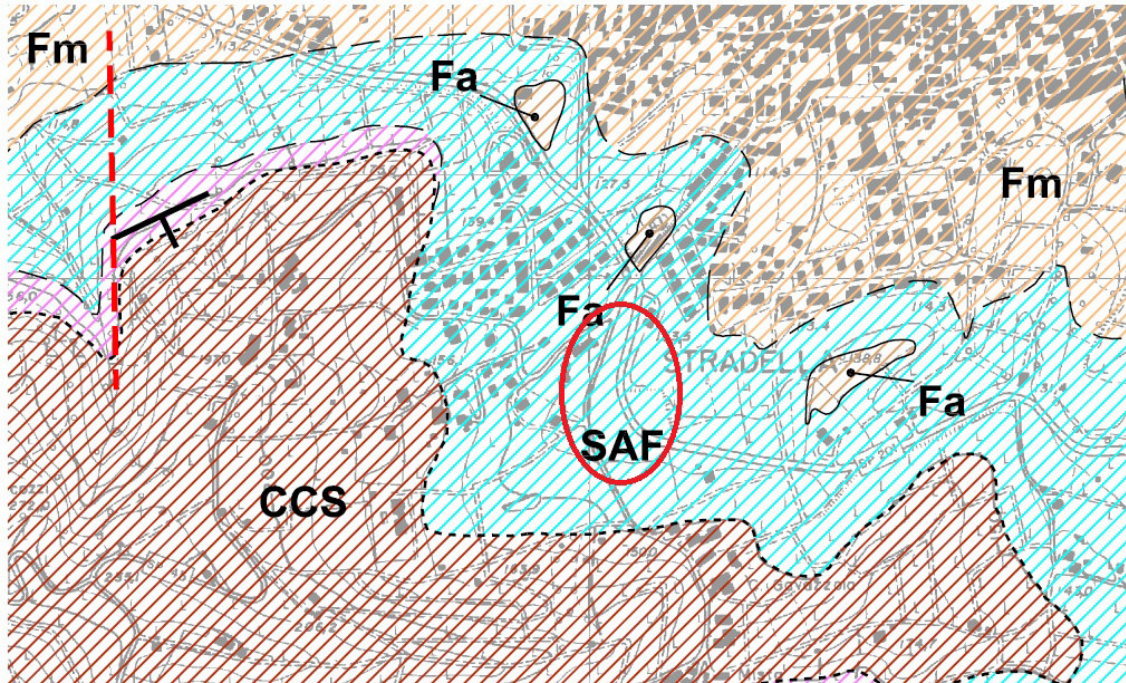
cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X
partita IVA 01971640188

Dal punto di vista geologico la zona in oggetto è individuata e cartografata al Foglio n. 59 “Pavia” I.G.M. in scala 1:100.000 della Carta Geologica Italiana in un’area caratterizzata da una copertura argillosa di notevole spessore soprastante la formazione delle marne di Sant’Agata Fossili.

Di seguito si riportano uno stralcio della Carta Geologia d’Italia Foglio n° 59 Pavia ed uno della Carta di Inquadramento Geolitologico e Strutturale allegata al PGT vigente in cui si evidenzia tale condizione.



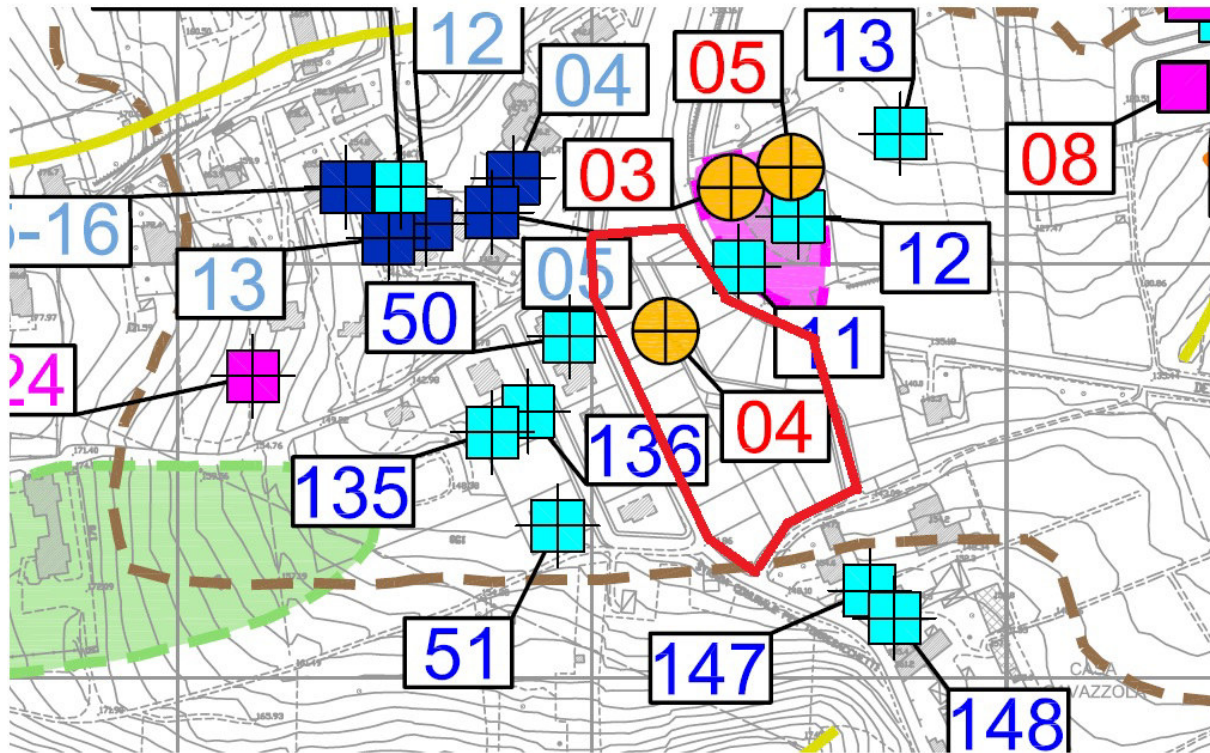
Stralcio Carta Geologia d’Italia Foglio n° 59 Pavia



SAF **MARNE DI SANT'AGATA FOSSILI** (*Tortoniano*)
QUESTA FORMAZIONE RISULTA COMPOSTA DA MARNE E ARGILLE DI COLORE GRIGIO-AZZURRO O GIALLASTRO, LEGGERMENTE SABBIOSE, CON INTERCALAZIONI SABBIOSE E ARENACEE VERSO L'ALTO (DETTI LIVELLI RAGGIUNGO UNA POTENZA DI 10-20 CM), POCO CEMENTATE. LA STRATIFICAZIONE, NON MOLTO CHIARA NELLE ARGILLE E NELLE MARNE, DIVENTA EVIDENTE QUANDO SONO PRESENTI DETTE INTERCALAZIONI. I CONTATTI TRA LA FORMAZIONE DELLE "MARNE DI SANT'AGATA FOSSILI" E LA "FORMAZIONE GESSOSO - SOLFIFERA" SONO STRATIGRAFICI.

Stralcio Carta di Inquadramento Geolitologico e Strutturale allegata al PGT vigente

A conferma di quanto precedentemente indicato, si riporta anche uno stralcio della Carta di Pericolosità Sismica Locale, con ubicazione dei dati litostratigrafici, geognostici e geotecnici allegata al PGT in vigore, in quanto proprio nell'area in studio è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto la profondità di 15 m da p.c. attuale da cui si può notare che i terreni in sito sono caratterizzati da una litologia argillosa, a tratti sabbiosa, passante ad argilla marnosa nella parte terminale della perforazione.



PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
"cone penetration test" (C.P.T. 01_166)



SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAMPIONAMENTO CONTINUO (S 01_15)

Stralcio Carta di Pericolosità Sismica Locale,
con ubicazione dei dati litostratigrafici, geognostici e geotecnici
allegata al PGT in vigore

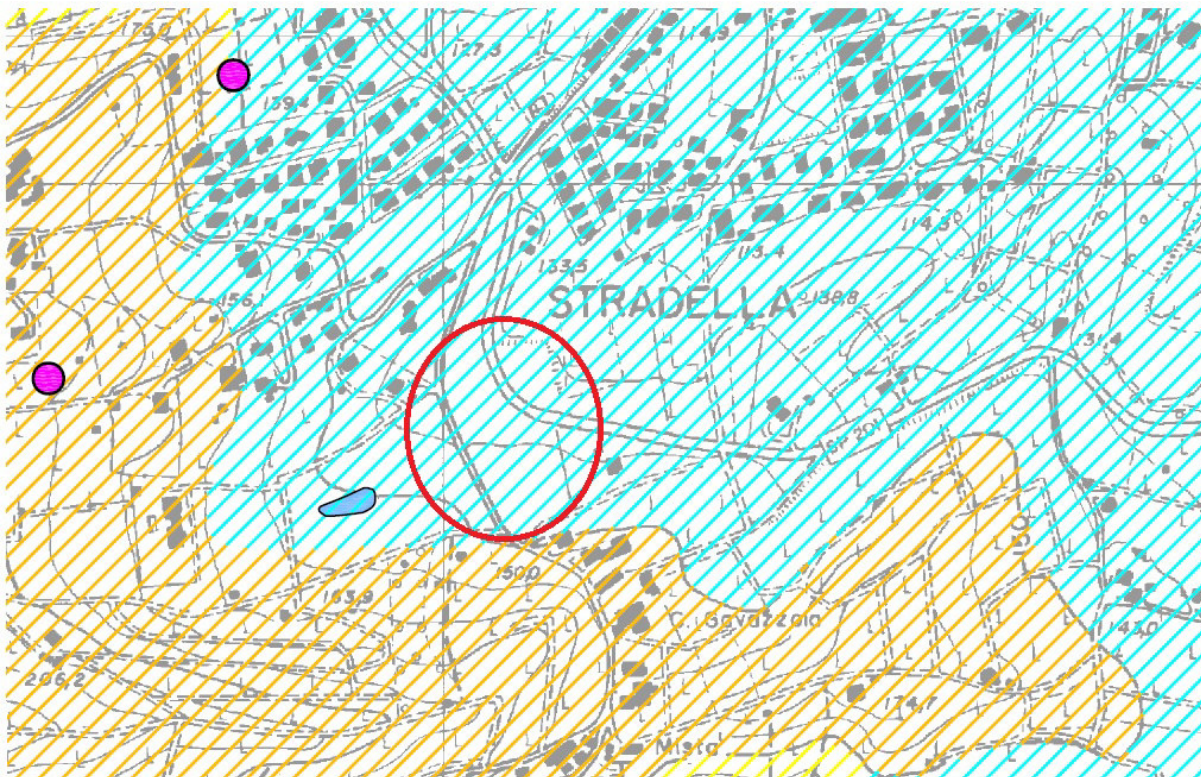
SONDAGGIO 54	Committente Immobiliare Montalino	Comune Stradella	Località Stradella	Quota Ass. P.C. m. s.l.m. 137	Quota di inizio	
	Operatore	Profondità raggiunta 15.0 m	Note			Inizio/Fine Esecuzione 18/07/2001
	Responsabile	Sondaggio	Tipo Carotaggio	Tipo Sonda	Long.	Lat.

Quota (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Rechet Test No./mq	Campioni	Metodo Perforazione	Carte Catasto	Falda	Piezometro (P) Inclinometro (I)
1		Argilla di colore marrone chiaro con screziature ruggine	2.00								
2											
3											
4		Argilla di colore marrone con rare concrezioni calcaree millimetriche	6.70								
5											
6											
7		Argilla sabbiosa di colore marrone	7.80								
8											
9		Argilla compatta di colore nocciola-grigiastro passante a grigio	9.50								
10											
11											
12		Argilla molto compatta passante ad argilla marnosa di colore grigio	15.00								
13											
14											
15											

Stratigrafia sondaggio 04

Dal punto di vista idrogeologico l'area collinare interessata dagli interventi in progetto, risulta caratterizzata da una permeabilità bassa o nulla.

Si riscontra la presenza di una modesta falda freatica poco profonda nel primo sottosuolo. Tale falda risulta condizionata dal tetto del substrato sul quale appoggia, dallo spessore delle coperture (coltre di alterazione eluvio-colluviale) che possono provocare fenomeni di blanda artesianità.



PERMEABILITA'

BASSA O NULLA



Argille di Lugagnano; membro marnoso - argilloso basale delle Marne di Sant'Agata Fossili.

Presenza di un substrato a dominante argilloso - marnosa poco permeabile o praticamente impermeabile.

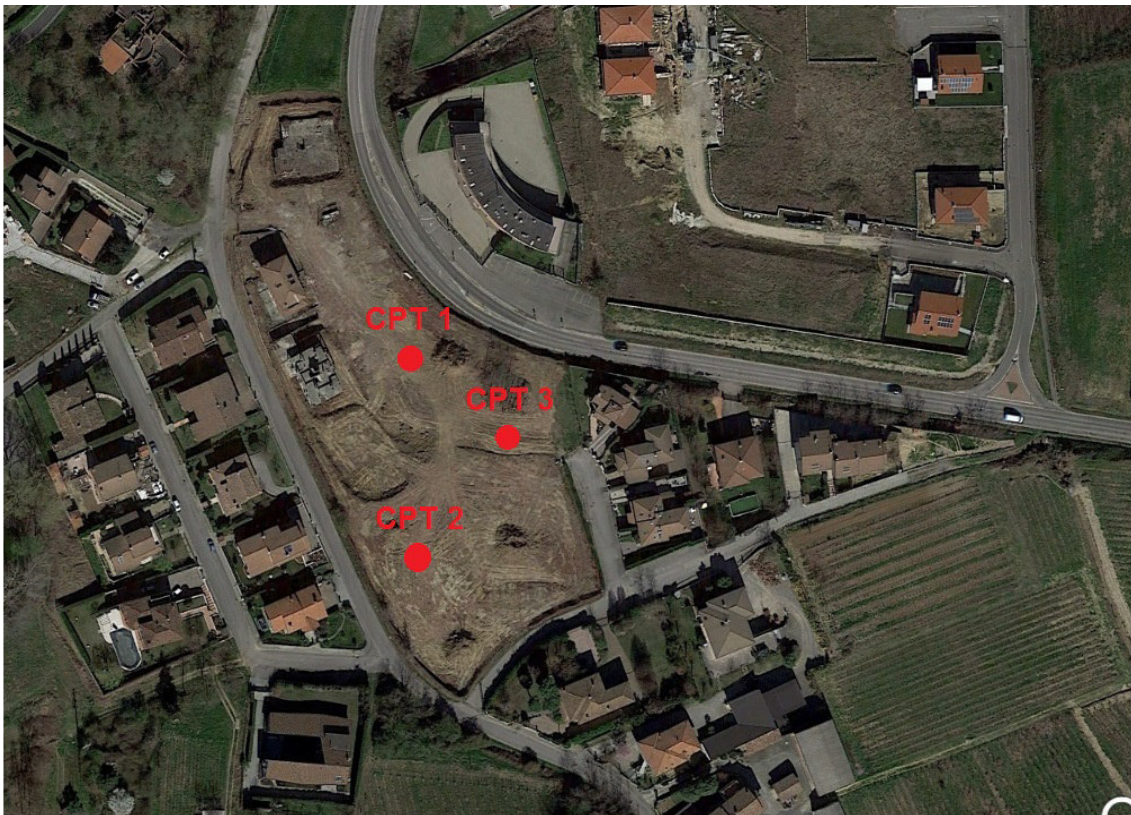
Depositi continentali del fluviale Medio e del fluviale Antico.

Stralcio carta idrogeologica allegata al PGT vigente

5.0 INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 3 prove penetrometriche statiche tipo CPT denominate CPT1 , CPT2, CPT3 che hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 6.4, 6.2 e 7.0 m da p.c. attuale



Ubicazione indagini eseguite



Prova penetrometrica statica CPT1



Prova penetrometrica statica CPT2



Prova penetrometrica statica CPT3

6.0 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

La stratigrafia dell'area ed i parametri geotecnici dedotti dall'elaborazione delle prove penetrometriche eseguite in sito, da utilizzarsi per i calcoli di progetto sono riportati nella tabella seguente:

Litologia	Profondità strato (m da p.c.)	γ (kg/m³)	φ' (°)	Dr (%)	Cu (kg/cm²)	E (kg/cm²)	Ed (kg/cm²)
Argilla limosa	da 0.0 a 6.0	1800	/	/	1.3	/	60
Argilla sabbiosa	da 6.0	1900	/	/	4.6	/	360

dove:

γ = peso di volume

φ' = angolo d'attrito

Dr = densità relativa

Cu = coesione non drenata

E = modulo elastico

Ed = modulo edometrico

E' possibile la presenza di venute d'acqua a circa -6.0 m da p.c. attuale in corrispondenza del cambio di resistenza del terreno incontrato con le prove penetrometriche, corrispondente ad un livello argilloso sabbioso. Le acque potranno presentare carattere di lieve artesianità.

E' stato misurato un livello di acqua di risalita a circa 4.2 m da p.c attuale.

7.0 CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Di seguito si riportano i calcoli di capacità portante e cedimenti di una fondazione tipo costituita da una platea di dimensioni 10.0 x 10.0 m impostata a -2.5 m da p.c. attuale con carico trasmesso al suolo pari a 0.6 kg/cm² secondo l'Approccio 2 Combinazione 1 delle NTC.

Approccio 2 Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

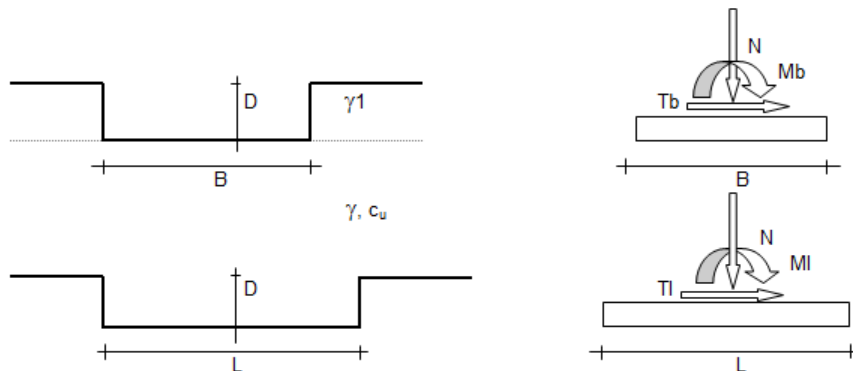
e_B = Eccentricità in direzione B (e_B = Mb/N)

e_L = Eccentricità in direzione L (e_L = MI/N) (per fondazione nastriforme e_L = 0; L* = L)

B* = Larghezza fittizia della fondazione (B* = B - 2*e_B)

L* = Lunghezza fittizia della fondazione (L* = L - 2*e_L)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali				
		azioni		proprietà del terreno	resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	c _u	q _{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1 ○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2 ○	1,00	1,30	1,40	1,80	1,00
	SISMA ○	1,00	1,00	1,40	1,80	1,00
	A1+M1+R3 ●	1,30	1,50	1,00	2,30	1,10
	SISMA ○	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili ○		1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista ○		1,10	1,10	1,00	3,00	3,00

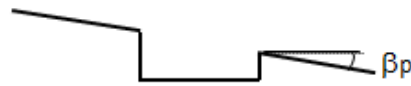


(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 10,00 (m)
 L = 10,00 (m)
 D = 1,50 (m)



$\beta_f = 0,00$ (°)



$\beta_p = 0,00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	6000,00	0,00	7800,00
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
TI [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19,00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19,00$ (kN/mc)

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$c_u = 130,00$ (kN/mq)

Valore di progetto

$c_u = 130,00$ (kN/mq)

$e_B = 0,00$ (m)

$B^* = 10,00$ (m)

$e_L = 0,00$ (m)

$L^* = 10,00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 28,50$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 19,00$ (kN/mc)

N_c : coefficiente di capacità portante

$N_c = 2 + \pi$

$N_c = 5,14$

s_c : fattori di forma

$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$

$s_c = 1,20$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,50$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,50$$

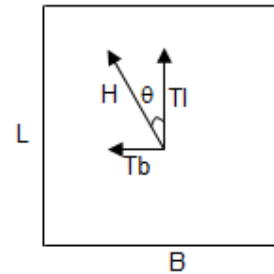
$$\theta = \text{arctg}(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1,50$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastroforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u^* N_c))$$

$$i_c = 1,00$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1,06$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1,00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2)) \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 878,45 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

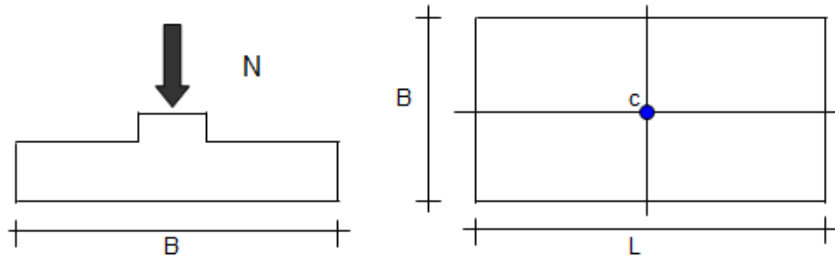
$$q = 78,00 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 381,93 \geq q = 78,00 \quad (\text{kN/m}^2)$$

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z)/R_3 * (1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3 R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3 R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

- B = 10,00 (m) (Larghezza della Fondazione)
- L = 10,00 (m) (Lunghezza della Fondazione)
- N = 6000 (kN) (Carico Verticale Agente)
- q = 60,00 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B*L)))
- ns = 2 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	ν	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	Argilla	4,50	0,0	4,5	0,2	6000	0,25	3,05
2	Substrato marnoso sabbioso	8,00	4,5	12,5	0,2	36000	0,30	0,73
-			0,0	0,0				-
-			0,0	0,0				-
-			0,0	0,0				-
-			0,0	0,0				-

$$\delta_{ctot} = 3,78 \text{ (cm)}$$

8.0 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto sopra esposto si possono fare le seguenti considerazioni:

- Il progetto consiste in un piano di lottizzazione residenziale da realizzarsi in Viale della Resistenza snc in comune di Stradella (PV).
- Per la definizione delle litologie presenti in sito ed i parametri geotecnici sono state eseguite le seguenti indagini:
 - ✓ n° 3 prove penetrometriche statiche tipo CPT denominate CPT1 , CPT2, CPT3 che hanno raggiunto rispettivamente la profondità di 6.4, 6.2 e 7.0 m da p.c. attuale
- E' possibile la presenza di venute d'acqua a circa -6.0 m da p.c. attuale in corrispondenza del cambio di resistenza del terreno incontrato con le prove penetrometriche, corrispondente ad un livello argilloso sabbioso. Le acque potranno presentare carattere di lieve artesianità. E' stato misurato un livello di acqua di risalita a circa 4.2 m da p.c. attuale.
- Le verifiche geotecniche sono state eseguite considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) così come previsto dal D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- E' stata verificata una fondazione tipo costituita da una platea di dimensioni 10.0 x 10.0 m impostata a -1.5 m da p.c. attuale con carico verticale trasmesso al suolo pari a 0.6 kg/cm².
- I cedimenti calcolati risultano pari a circa 3.8 cm
- Per diversa tipologia di fondazione, quota di imposta e carichi, sarà cura del progettista il corretto dimensionamento per evitare cedimenti eccessivi.

Camorali Luca
Geologo
Viale Campari 83/b
27100 Pavia (PV)

cod.fisc. CMR LCU 74T26 G388X
partita IVA 01971640188

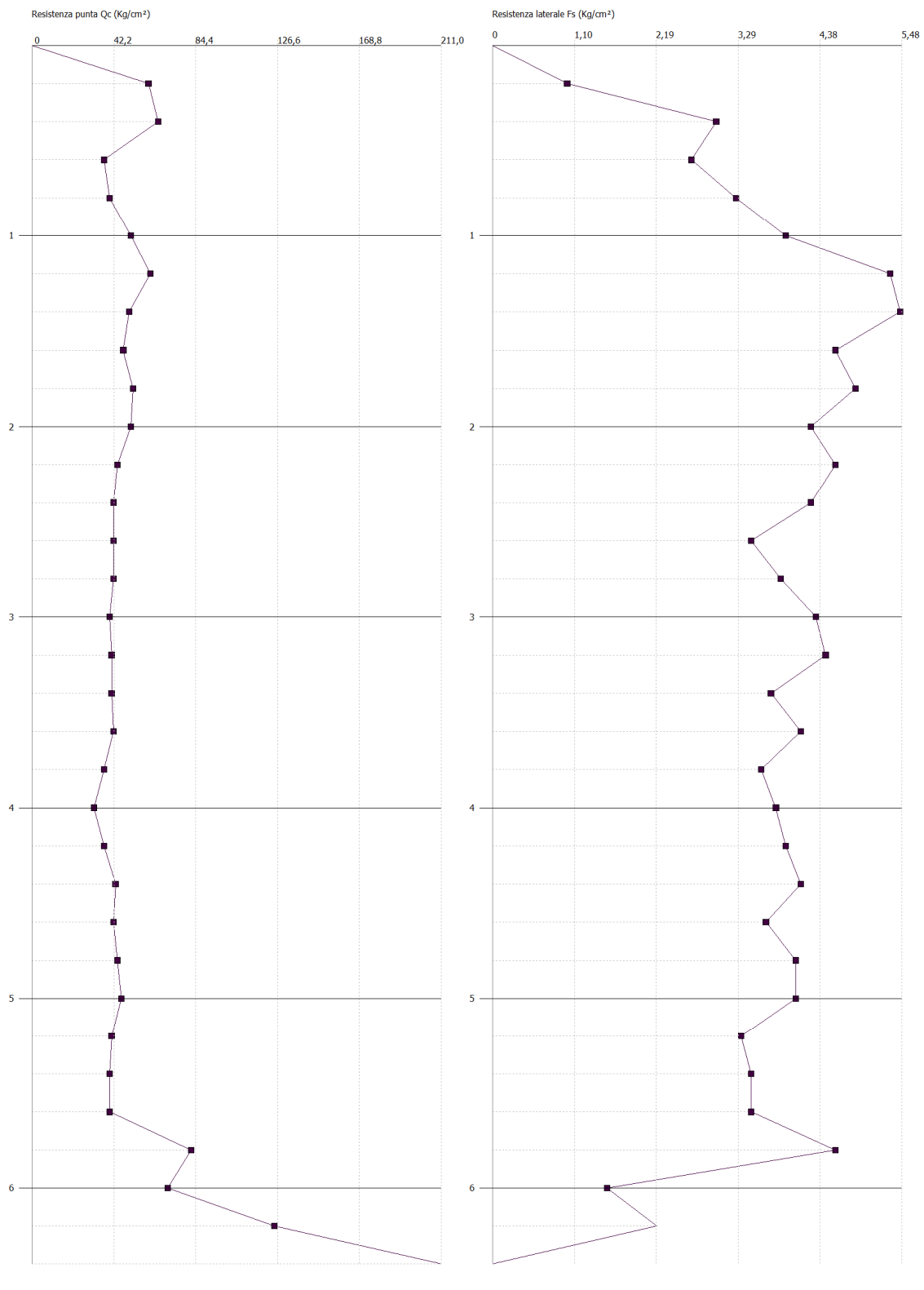
ALLEGATO 1

Grafici prove penetrometriche

Prova penetrometrica statica tipo CPT 1

Committente:
Cantiere:
Località:

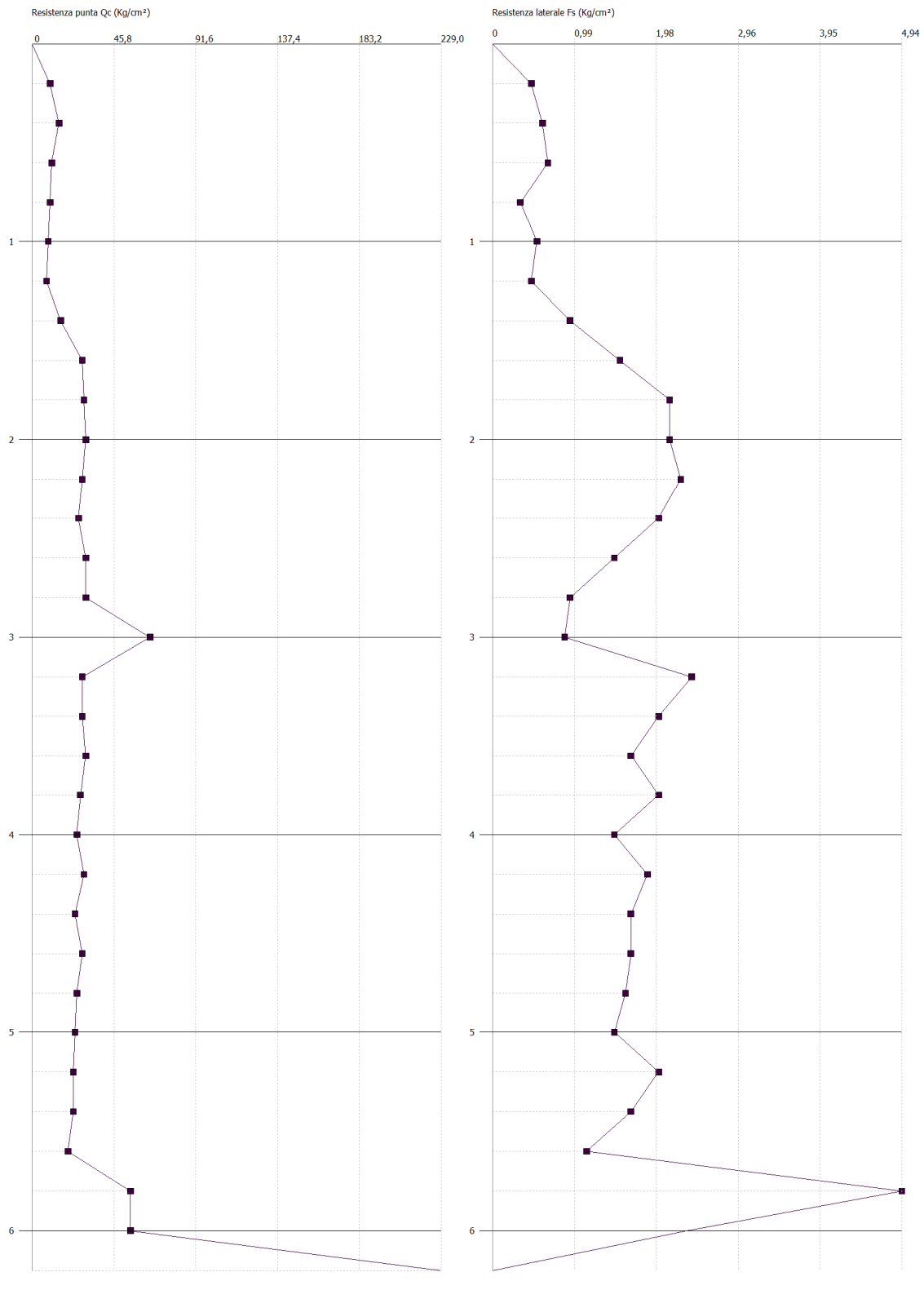
Data: 24/03/2022



Prova penetrometrica statica tipo CPT 2

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 24/03/2022



Prova penetrometrica statica tipo CPT 3

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 24/03/2022

