

# ***COMUNE DI PIANENGO***

***Provincia di Cremona***

**REALIZZAZIONE DI CAMPI DA PADEL CON COPERTURA E  
CLUB HOUSE  
IN VIA ROMA 115**

**COMMITTENTE: PEGASO S.R.L.**

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA PER  
VARIANTE URBANISTICA**

**IL GEOLOGO  
dott. Mattia Lucchi**

**LUGLIO 2023**

## **PREMESSA**

La Proprietà committente ha in progetto la costruzione di nuovi campi da padel, ubicati in via Roma 115 , Comune di Pianengo (CR) e che occupano la posizione indicata in allegato "Corografia ", scala 1:10.000 modificata.

La seguente perizia è eseguita ai sensi del *D.M. 14 gennaio 2008 e successivo aggiornamento Decreto 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni"*, 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 ed il controllo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Allo scopo di caratterizzare i terreni dell'area interessata dalle opere di progetto sono state analizzate 4 prove penetrometriche dinamiche eseguite il 27/05/2022 in corrispondenza dell'area di intervento.

L'ubicazione è riportata in allegato "estratto di planimetria" in scala 1:1000 modificata. I risultati grafici della prova SCPT sono visibili in allegato.

La perizia conclude con l'indicazione della tipologia e delle dimensioni delle fondazioni; sono stati inoltre eseguiti i calcoli indicativi della capacità portante del terreno e la valutazione dell'azione sismica.

### **1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'area in discussione ed il suo intorno è costituita da depositi alluvionali quaternari, di origine fluvioglaciale Wurm e appartengono al sistema del Livello Fondamentale della Pianura.

L'area si presenta pianeggiante e priva di particolari superfici morfo-tettoniche, è quindi stabile e servita da corsi d'acqua secondari (colatori e rogge), prevalentemente alimentati dai fontanili, il cui sviluppo si estende poco più ad est. Suoli poco profondi e spesso caratterizzati da screziature tipiche di falda oscillante e poco profonda. Permeabilità elevata, localmente mediocre per lenti superficiali di depositi fini, drenaggio da mediocre a difficoltoso per la vicinanza di superficie freatica. Il quadro litologico è dominato da sabbie, ghiaie sabbiose, limi e argille distribuiti in lenti allungate; infatti dall'esame delle stratigrafie dei pozzi a servizio delle varie attività e del pubblico acquedotto si rileva:

- presenza di ghiaie prevalenti con in subordine sabbie e ciottoli fino alla profondità di circa 30 m
- negli strati sottostanti compaiono livelli argillosi e argilloso-torbosi alternati a ghiaie.

Dal punto di vista geomorfologico, nel territorio oggetto dell'indagine, si distinguono due sistemi:

- Sistema della piana di alluvionamento wurmiano, che costituisce il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.), formato dai depositi fluvioglaciali e fluviali,

pleistocenici, legati alla aggradazione alluvionale avvenuta durante l'ultima glaciazione quaternaria,

- Sistema delle Valli di pianura corrispondenti ai piani di divagazione di corsi d'acqua, costituito da superfici alluvionali terrazzate separate con scarpate erosive o da raccordi in debole pendenza dal livello fondamentale della pianura e dalle piane alluvionali recenti. Localmente corrisponde alla porzione centrale della valle del fiume Serio.

L'area studiata è costituita da superfici del L.F.d.P. che occupano tutta l'area ad occidente della valle del fiume Serio.

Il reticolo idrografico è particolarmente sviluppato e il territorio, circostante l'intervento, è attraversato da numerosi corpi idrici, il più importante dei quali è il fiume Serio.

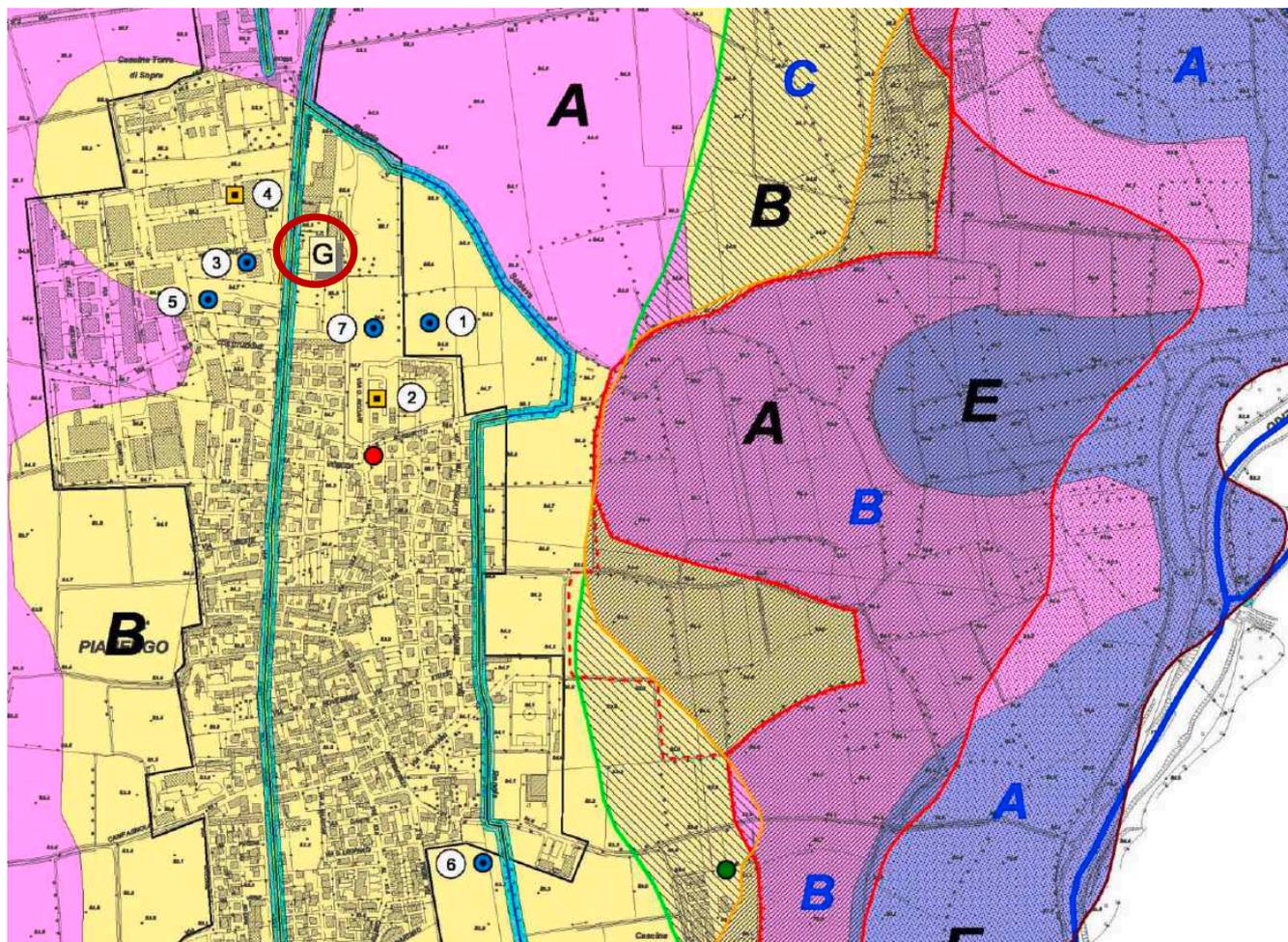
Il fiume Serio delimita ad oriente il territorio comunale ed il suo corso si sviluppava con profondi meandri che sono stati in buona parte ristretti e tagliati con opere artificiali.

La rete idrografica secondaria è definita, a occidente, da roggia Morgola il cui tracciato, da nord a sud, taglia il territorio comunale e drena le aree agricole limitrofe. In fregio della ex S.S. Bergamo-Crema-Piacenza, scorre la roggia Molinara che non confina con il lotto in discussione ma che è il corso d'acqua più prossimo allo stesso.

## **2. VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA E NATURALISTICA E FATTIBILITA' GEOLOGICA**

Attraverso l'utilizzo delle carte tematiche del PGT comunale dell' aprile 2010 si espongono di seguito gli stralci della zona oggetto di intervento con individuazione dei vincoli geologici e classi di fattibilità.

Carta di SINTESI GEOLOGICA (fonte PGT comunale)



PER L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO È RILEVATA UNA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA BASSA . AREA ESTERNA ALLE FASCE PAI .

## LEGENDA:

### Classi di vulnerabilità idrogeologica:

- |   |   |   |       |
|---|---|---|-------|
|    | ELEVATA   |  | MEDIA |
|    | ALTA  |  | BASSA |
|    | Corso d'acqua del reticolo Idrico minore  |   |       |
|    | Fascia di rispetto del corso d'acqua (10m)  |   |       |
|    | Fascia di rispetto del corso d'acqua in area urbana, vigente (10m) e proposta (4m). |   |       |
|    | Pozzo pilota Regione Lombardia  |   |       |
|    | Pozzo pubblico  |   |       |
|    | Zona di tutela assoluta pozzo pubblico (10m)  |   |       |
|    | Orlo di terrazzo morfologico principale   |   |       |
|   | Presunto orlo di terrazzo morfologico principale                                    |   |       |
|  | Area Urbana   |   |       |
|  | Territorio comunale   |   |       |

### Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI):

- |          |   |          |   |                 |
|----------|---|----------|---|-----------------|
| <b>A</b> |  | Fascia A |  | Limite fascia A |
| <b>B</b> |  | Fascia B |  | Limite fascia B |
| <b>C</b> |  | Fascia C |  | Limite fascia C |

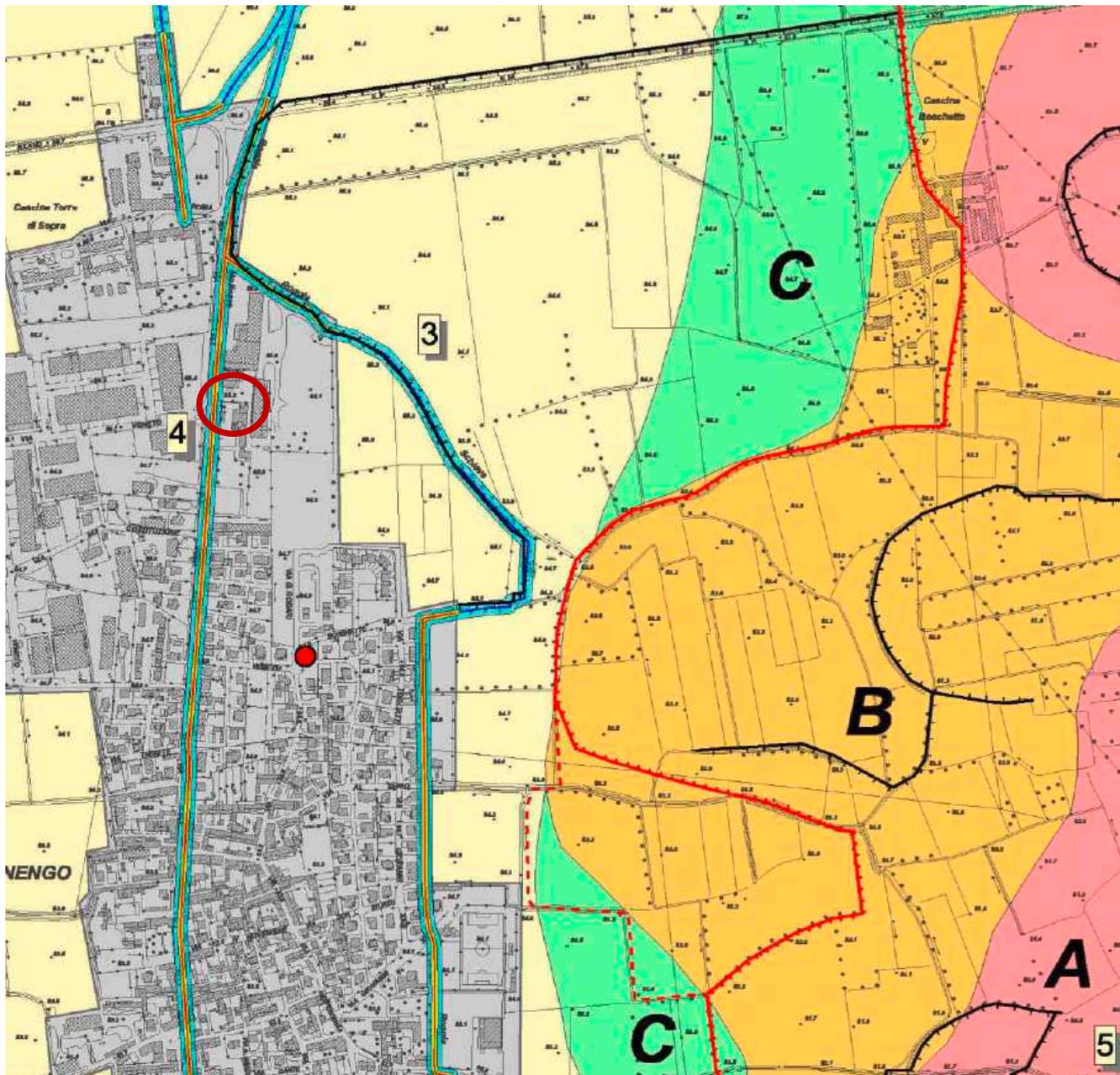
### Indagini geofisiche:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
|  | Ubicazione microtremore      |
|  | Identificazione microtremore |

### Indagini geognostiche:

- |   |           |   |                          |
|---|-----------|---|--------------------------|
|  | Scpt      |  | Identificazione indagine |
|  | Sondaggio |   |                          |

Carta DEI VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA (fonte PGT comunale)



*PER L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO NON SONO RILEVATI VINCOLI, SI SEGNALE ROGGIA N. 4 MOLINARA CON FASCIA DI RISPETTO DI 10 M. AREA ESTERNA ALLE FASCE PAI .*

# LEGENDA:

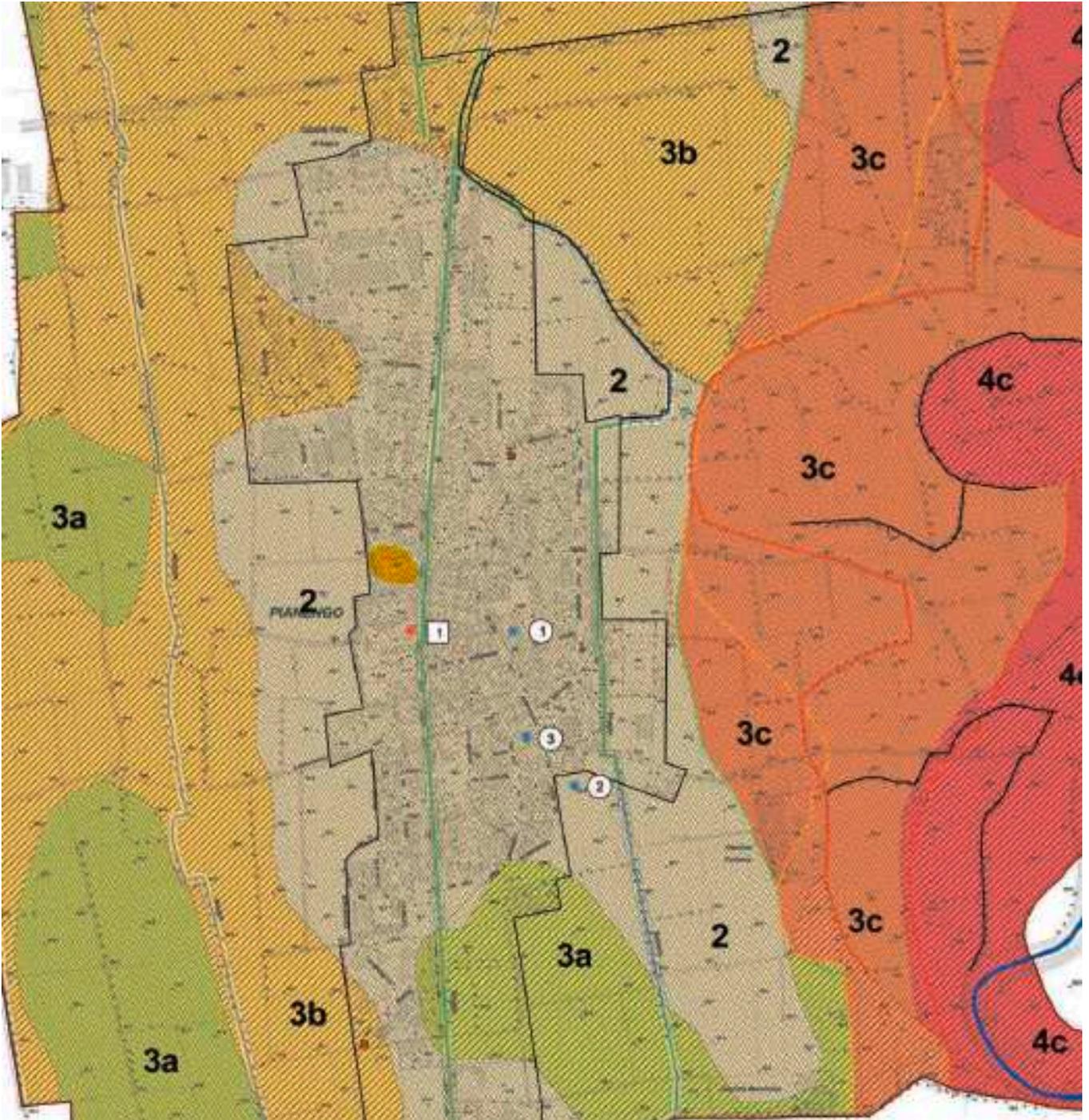
## Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI):

	Fascia A
	Fascia B
	Fascia C
	Corso d'acqua del reticolo idrico minore
	Corso d'acqua del reticolo idrico minore in area urbana
	Fascia di rispetto del corso d'acqua (10m)
	Fascia di rispetto del corso d'acqua in area urbana, vigente (10m) e proposta (4m).
	Numero d'ordine del corso d'acqua
	Pozzo pubblico
	Zona di tutela assoluta pozzo pubblico (10m)
	Orlo di terrazzo morfologico principale
	Orlo di terrazzo morfologico secondario/ Paleomeandro
	Presunto orlo di terrazzo morfologico principale
	Area Urbana
	Territorio comunale
	Ex area di cava

### ELENCO CORSI D'ACQUA:

- 1) Roggia Senna
- 2) Roggia Molgola
- 3) Roggia Schiavia
- 4) Roggia Molinara
- 5) Fiume Serio

Carta di FATTIBILITA' GEOLOGICA (fonte PGT comunale)



*PER L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO È RILEVATA LA CLASSE DI FATTIBILITA' 2 CON MODESTE LIMITAZIONI DI TIPO IDROGEOLOGICO E SCARSE QUALITA' GEOTECNICHE .*

*L'AREA OGGETTO DI INTERVENTO PRESENTA UNO SCENARIO SISMICO DI TIPO Z4A E Z2 .*

## LEGENDA:

### Classi di fattibilità geologica:

#### Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

- 2**  Superfici modali stabili meglio conservate, a morfologia subpianeggiante od ondulata, dotate di drenaggio mediocre o buono. Vulnerabilità idrogeologica bassa. Terreni prevalentemente limosi. Falda con soggiacenza > 1.50 m.

#### Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni

- 3a**  Superfici subpianeggianti interposte alle principali linee di flusso ed alle zone più stabili, a drenaggio mediocre o lento. Vulnerabilità idrogeologica media. Terreni prevalentemente limoso-sabbiosi con presenza di ghiaia. Falda con soggiacenza variabile da 1.00 m a 1.50 m.
- 3b**  Principali depressioni e testate legate alla presenza dei fontanili. Zone caratterizzate da un drenaggio difficoltoso per la presenza di una falda semipermanente prossima al piano campagna. Vulnerabilità idrogeologica elevata. Terreni in genere poco addensati, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con locali intercalazioni di limo. Falda con soggiacenza < 1.00 m.
- 3c**  Superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua. Zone caratterizzate da un drenaggio buono, vulnerabilità idrogeologica alta e terreni prevalentemente sabbioso-limosi con falda oscillante tra 1.00 e 1.50 m da piano campagna. Rientrano in questa classe anche le aree generali ricadenti all'interno delle fasce B e C del PAI.
- 3d**  Fascia di rispetto del corso d'acqua (10m)
- 3e**  Fascia di rispetto del corso d'acqua in area urbana, vigente (10m) e proposta (4m).

#### Classe 4 - Fattibilità con forti limitazioni

- 4a**  Zona di tutela assoluta pozzo pubblico (10m)
- 4b**  Orlo di terrazzo morfologico principale e secondario  
Presunto orlo di terrazzo morfologico principale
- 4c**  Superfici adiacenti ai corsi d'acqua e isole fluviali, inondabili durante gli eventi di piena ordinaria. Zone caratterizzate da un drenaggio rapido e da una falda semipermanente prossima al piano campagna. Vulnerabilità idrogeologica elevata. Terreni poco addensati in prevalenza ghiaioso-sabbiosi. Falda con soggiacenza < 1.00m. Rientrano in questa classe anche le aree generali ricadenti all'interno della fascia A del PAI.
- 4d**  Ex area di cava

 Territorio comunale

 Area Urbana

#### Edifici strategici:

 Municipio

#### Edifici rilevanti:

-  Scuola elementare
-  Scuola elementare di progetto
-  Scuola materna

#### Fasce PAI:

-  Limite fascia A
-  Limite fasce B
-  Limite fascia C

### Classi di pericolosità sismica locale:

-  **Z2** Terreni di fondazione particolarmente scadenti (poco addensati, granulari, fini, con falda superficiale). Effetti: cedimento e/o liquefazioni.
-  **Z4a** Fondovalle con depositi alluvionali granulari e/o coesivi. Effetti: amplificazioni litologiche e geo-metriche.

*L'intervento che prevede la variante urbanistica per la realizzazione di campi da Padel e spogliatoi è fattibile sia dal punto di vista della vulnerabilità idrogeologica che della classe di fattibilità geologica. **Non vengono in alcun modo modificate le classi di fattibilità geologica introdotte dal PGT vigente.***

*L'intervento di progetto non prevede un aumento delle vulnerabilità idrogeologiche dell'area legate alla soggiacenza della falda. L'area è esterna alle fasce del PAI e non presenta particolari rischi idrogeologici. Dovrà essere mantenuta la fascia di rispetto da roggia Molinara.*

### **3. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

Per un puntuale dettaglio si forniscono qui di seguito le interpretazioni di ogni singola verticale di prova e, conseguentemente, la verifica dei parametri di fondazione che si ritiene opportuno adottare.

S.C.P.T. n° 1 falda -3,0 m

Profondità dal p.c. in m	Litologia	N <sub>S.C.P.T.</sub>
0.00 – 0.60	Terreno agrario di copertura	4
0.60 - 1.50	Limo con sabbia fine a consistenza bassa	3
1.50 - 6.30	Sabbia e ghiaietto in alternanze ad addensamento mediamente elevato. Locale lente limoso sabbiosa tra -4,50 e 5,40 m	Da 9 a 15

S.C.P.T. n° 2 falda -3,5 m

Profondità dal p.c. in m	Litologia	N <sub>S.C.P.T.</sub>
0.00 – 0.30	Terreno agrario di copertura	6
0.30 – 1.80	Limo con sabbia medio fine e sabbie limose a consistenza medio bassa	4 - 6
1.80 - 6.30	Sabbia e ghiaietto in alternanze ad addensamento mediamente elevato. Locale lente limoso sabbiosa tra -4,50 e 5,10 m	Da 10 a 16

S.C.P.T. n° 3 falda -3,5 m

Profondità dal p.c. in m	Litologia	N <sub>S.C.P.T.</sub>
0.00 – 0.30	Terreno agrario di copertura	3
0.30 – 1.80	Limo con sabbia medio fine e sabbie limose a consistenza medio bassa	3 - 5
1.80 - 6.30	Sabbia e ghiaietto in alternanze ad addensamento mediamente elevato.	Da 9 a 16

S.C.P.T. n° 4 falda -3,5 m

Profondità dal p.c. in m	Litologia	N <sub>S.C.P.T.</sub>
0.00 – 0.30	Terreno agrario di copertura	5
0.30 – 1.80	Limo con sabbia medio fine e sabbie limose a consistenza medio bassa	3 - 5
1.80 - 6.30	Sabbia e ghiaietto in alternanze ad addensamento elevato.	Da 11 a 18

Le prove SCPT eseguite, dopo un primo strato di terreno di copertura e di riporto, mostrano un livello di limo e limo con sabbia, che si spinge fino alla profondità di circa 1,50 – 1,80 m da p.c.

Tale livello presenta caratteri geotecnici mediocri segnalati da bassa resistenza penetrometrica con  $N_{s\text{cpt medio}} = 3 - 4$ .

Al letto di tale strato le prove non sono del tutto omogenee ma è tuttavia possibile distinguere un passaggio a terreni prevalentemente granulari sabbioso ghiaiosi che presentano diversi gradi di addensamento e, in generale, migliori qualità geotecniche e resistenza penetrometrica mediamente elevata.

Si sottolinea che l'area ha subito riempimenti e riporti localizzati in corrispondenza delle ex piscine (come indicato dalla progettista); pertanto in fase di scavo per le fondazioni dovrà essere valutata la consistenza dei terreni e provvedere a costipamenti qualora si intercettino livelli poco addensati.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI STRATO DI FONDAZIONE

PRIMO STRATO DA QUOTA – 0,30 mt. A QUOTA – 1,50 – 1,80 mt.						
N° PROVA	$\gamma_m - kN : m^3$	$\varphi^\circ$	$C - daN : cm^2$	$M - daN : cm^2$	$kW - daN : cm^3$	
S1 – S2 – S3 – S4	1,85 t/m <sup>3</sup> 0,85 t/m <sup>3</sup> imm 1,95 t/m <sup>3</sup> sat	22°	0,55 – 0,50 Kg/cm <sup>2</sup>	Modulo elastico long: 160kg/cm <sup>2</sup> (indicativo) Modulo Edometrico: 56 (indicativo)	K winkler = 2,65 kg/cm <sup>3</sup>	Poisson=0,35 (indicativo)

STRATO DA QUOTA – 1,80 mt. A QUOTA – 4,50 mt.						
N° PROVA	$\gamma_m - kN : m^3$	$\varphi^\circ$	$C - daN : cm^2$	$M - daN : cm^2$	$kW - daN : cm^3$	
S1,S2, S3 , S4	1,75 t/m <sup>3</sup> 0,75 t/m <sup>3</sup> imm 1,90 t/m <sup>3</sup> sat	32°	Terreni non coesivi	Modulo elastico long: 900 kg/cm <sup>2</sup> (indicativo) Modulo Edometrico:215 (indicativo)	K winkler = 3,65 kg/cm <sup>3</sup>	Poisson=0,32 (indicativo)

#### 4. AZIONE SISMICA

La stima della azione sismica, che qui segue, è finalizzata alla determinazione della categoria di terreno di fondazione come richiesta dall' Ordinanza P.C.M. 25/03/03 N. 3274.  $N_{scpt} = R_{pm}/4$

$$N_{SPT} = N_{SCPT} \times 1,2^1 = 4,0 \times 1,2 = 4,8$$

Stima di  $v_s$  (velocità delle onde di taglio) proposta da Otha e Goto (1978)<sup>2</sup>:

$$v_s = 54,33 \times (N_{spt})^{0,173} \times \alpha \times \beta \times \left( \frac{z}{0,303} \right)^{0,193}$$

$\alpha$  = coefficiente che dipende dall'età del deposito: 1,0 per depositi olocenici e 1,3 per depositi pleistocenici.

$\beta$  = coefficiente che dipende dalla composizione granulometrica: 1,15 per sabbie e ghiaia e 1,45 per ghiaie.

$z$  = profondità media dello strato dove insistono le fondazioni

$$v_s = 54,33 \times (4,8)^{0,173} \times 1,0 \times 1,1 \times (2,5/0,303)^{0,193} = 117,80 \text{ m/s}$$

I risultati ottenuti classificano il terreno di fondazione in **categoria D**, (depositi di terreni granulari, da sciolti a poco a addensati, caratterizzati da valori di  $V_s$   $30 < 180$  m/sec,  $N_{SPT} < 15$ ,  $C_u < 70$  K<sub>pa</sub>).

Il Comune di Pianengo secondo l'ordinanza PCM del 20/03/03 n. 3274 all 1, e successiva D.G.R. del 14/07/2014 n. X/2129 è collocato in zona di rischio sismologico 3 con  $A_g$  max attesa pari a 0,104303.

---

<sup>1</sup> Coefficiente di correlazione tra SCPT E SPT, caratteristico del penetrometro superfesante utilizzato e fornito dal costruttore, pari a 1,141 in terreni sabbioso ghiaiosi. Vedi anche: Cestari F. 1996, Prove geotecniche in sito, Geograf, Segrate, pag. 275-276-277 e Cestari F.-Studio Geotecnica Italiano, 2004, Geotecnica delle fondazioni, Univ. degli Studi di Pavia, Dip. Scienze della terra, Ordine dei Geologi della Lombardia, modulo 1, 11.6.04, Prove geotecniche in sito, dispensa.

<sup>2</sup> Da Colleselli F., 2005, Univ. Degli Studi di Brescia, Corso di aggiornamento professionale dell'Ordine degli Ingegneri della prov. di Cremona, relazione del 1.3.05, dispensa pag.11.

**CATEGORIE DI SOTTOSUOLO****(DM Infrastrutture 14 gennaio 2008 e succ NTC 2018 – Cap.3 Azioni sulle Costruzioni, 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche)****Tab.3.2.II – Categorie di sottosuolo**

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>	<b><math>V_{s,30}</math> (m/sec)</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.</i>	<b>&gt;800</b>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250kPa</math> nei terreni a grana fina).</i>	<b>360-800</b> $N_{SPT,30} > 50$ $c_{u,30} > 250kPa$
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250kPa</math> nei terreni a grana fina).</i>	<b>180-360</b> $15 < N_{SPT,30} < 50$ $70 < c_{u,30} < 250kPa$
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70kPa</math> nei terreni a grana fina).</i>	<b>&lt;180</b> $N_{SPT,30} < 15$ $c_{u,30} < 70kPa$
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800m/s</math>).</i>	<b>&gt;800</b>

### **Amplificazione topografica**

Condizioni topografiche Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche, e Caratteristiche della superficie topografica :

T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $<$ o uguale $15^\circ$
T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i <$ o uguale a $30^\circ$
T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione

delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

#### **Il valore assegnato di amplificazione topografica è $T1 = 1,0$**

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST**

Categoria topografica Ubicazione dell'opera o dell'intervento ST
T1 - 1,0
T2 In corrispondenza della sommità del pendio : 1,2
T3 In corrispondenza della cresta del rilievo , pendenza $<$ o uguale a $30^\circ$ : 1,2
T4 In corrispondenza della cresta del rilievo pendenza media $>30^\circ$ : 1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario.

## 5. LIQUEFACIBILITA' DELLE SABBIE

Questo tipo di analisi rappresenta una fase peculiare delle indagini in zona sismica in seguito alla notevole importanza ai fini della stabilità statica dell'edificio. Per una verifica della suscettibilità alla liquefazione esistono vari metodi che sono concordi nell'ammettere la possibilità di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1 g
- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;
- profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per p.c.c sub orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica  $< 30 (N_1)_{60}$  normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 KPa.
- **distribuzione del fuso granulometrico delle sabbie compreso tra 0.01 mm e 1 mm. (presupposto assente)**

Secondo la normativa vigente la verifica può essere omessa quando non si manifesti almeno una delle condizioni sopra esposte.

L'analisi effettuata sui dati di campagna prendendo in considerazione le prove eseguite nell'area di intervento rileva l'assenza di livelli potenzialmente liquefacibili per la litologia prevalentemente limosa con alta componente coesiva non rientrante nel fuso liquefacibile.

Al letto del primo strato sono presenti sabbie e ghiaie molto addensate con valori elevati di resistenza penetrometrica.

Tale aspetto pregiudica l'applicazione di metodi analitici che eventualmente si possono applicare sui dati forniti dalle prove geostatiche dinamiche come ad esempio il:

### Metodo Seed-Idriss

che considera un parametro chiamato "domanda di resistenza ciclica indotta dal sima CSR" e parallelamente in relazione a procedure basate su prove CPT (o eventualmente SPT) e/o sulla velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) che stima la "capacità di resistenza del terreno alla liquefazione-CRR".

Dal rapporto fra questi parametri si ottiene un valore numerico del potenziale di liquefazione tramite il coefficiente di sicurezza  $FS_L$ :

$$FS_L = \frac{CRR}{CSR} \times MSF$$

ove MSF = *fattore di scala in funzione della magnitudo attesa*

Ottenuto il valore del coefficiente di sicurezza  $F_{SL}$  allo stesso si possono attribuire i seguenti significati:

- $F_{SL} > 1$  **si possono escludere fenomeni di liquefazione**
- $F_{SL} < 1$  **è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.**

**Relazione per il calcolo di  
FI:**

$$FSL = \frac{tl/s'o}{rd/s'o} = \frac{0,26 * (0.16 * Na^{0.5} + (0.21 * Na^{0.5})^{14})}{0,65 * A/g * so/s'o * (1 - 0.01z)}$$

**In condizioni di fuso granulometrico non liquefacibile la formula determina sempre valori molto superiori a 1**

Da tale disamina si evince che i terreni esaminati, presentano coefficiente di sicurezza alla liquefazione sempre  $F_{SL} > 1$  e grado di probabilità potenziale complessivamente sempre molto basso, quindi liquefazione non possibile o non probabile.

Si ricorda comunque, in ogni caso che anche se eventualmente si verifica un fenomeno di liquefazione, non necessariamente produce perdita di funzionalità o collasso delle strutture interagenti con il terreno.

Tali caratteristiche riducono quindi in maniera rilevante la possibilità che fenomeni di liquefazione possano verificarsi nei terreni interessati dalle fondazioni.

## **6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Il terreno di fondazione su cui si interverrà presenta caratteri tipici della sedimentazione fluviale medio recente.

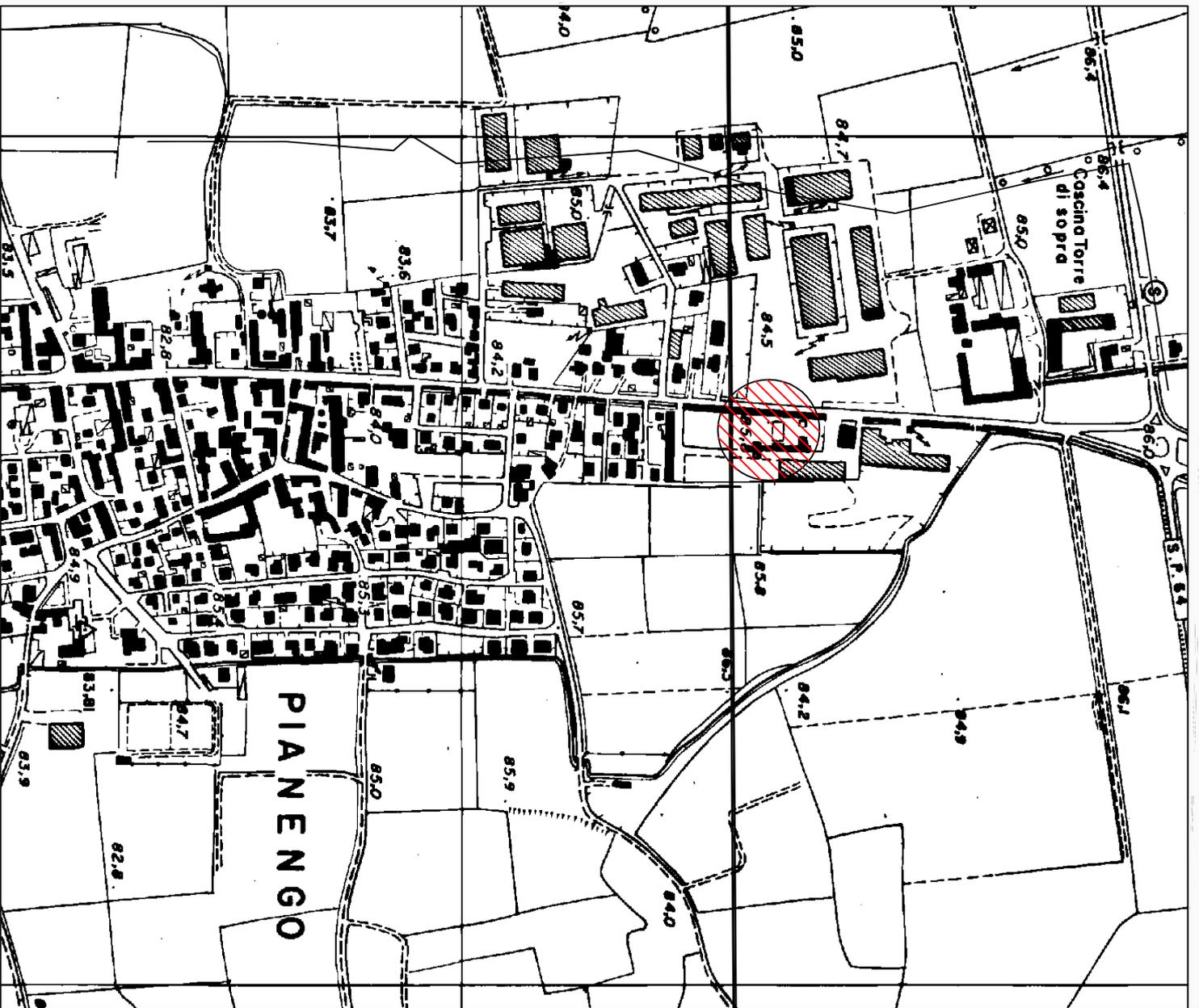
L'intervento che prevede la variante urbanistica per la realizzazione di campi da Padel e spogliatoi è fattibile sia dal punto di vista della vulnerabilità idrogeologica che della classe di fattibilità geologica. **Non vengono in alcun modo modificate le classi di fattibilità geologica introdotte dal PGT vigente.**

L'intervento di progetto non prevede un aumento delle vulnerabilità idrogeologiche dell'area legate alla soggiacenza della falda. L'area è esterna alle fasce del PAI e non presenta particolari rischi idrogeologici. Dovrà essere mantenuta la fascia di rispetto da roggia Molinara.

**GEOLOGO**  
**DOTT. MATTIA LUCCHI**  
**luglio 2023**

### ALLEGATI:

- Corografia , scala 1:10.000
- N. 4 Prove penetrometriche (SCPT)
- Estratto di planimetria di progetto ed ubicazione delle indagini geognostiche
- Caratteristiche del penetrometro



# COMUNE DI PIANENGO

Provincia di Cremona

## COROGRAFIA

scala 1:10.000

### LEGENDA



ubicazione dell'intervento

Geologo  
dott. MATTIA LUCCHI

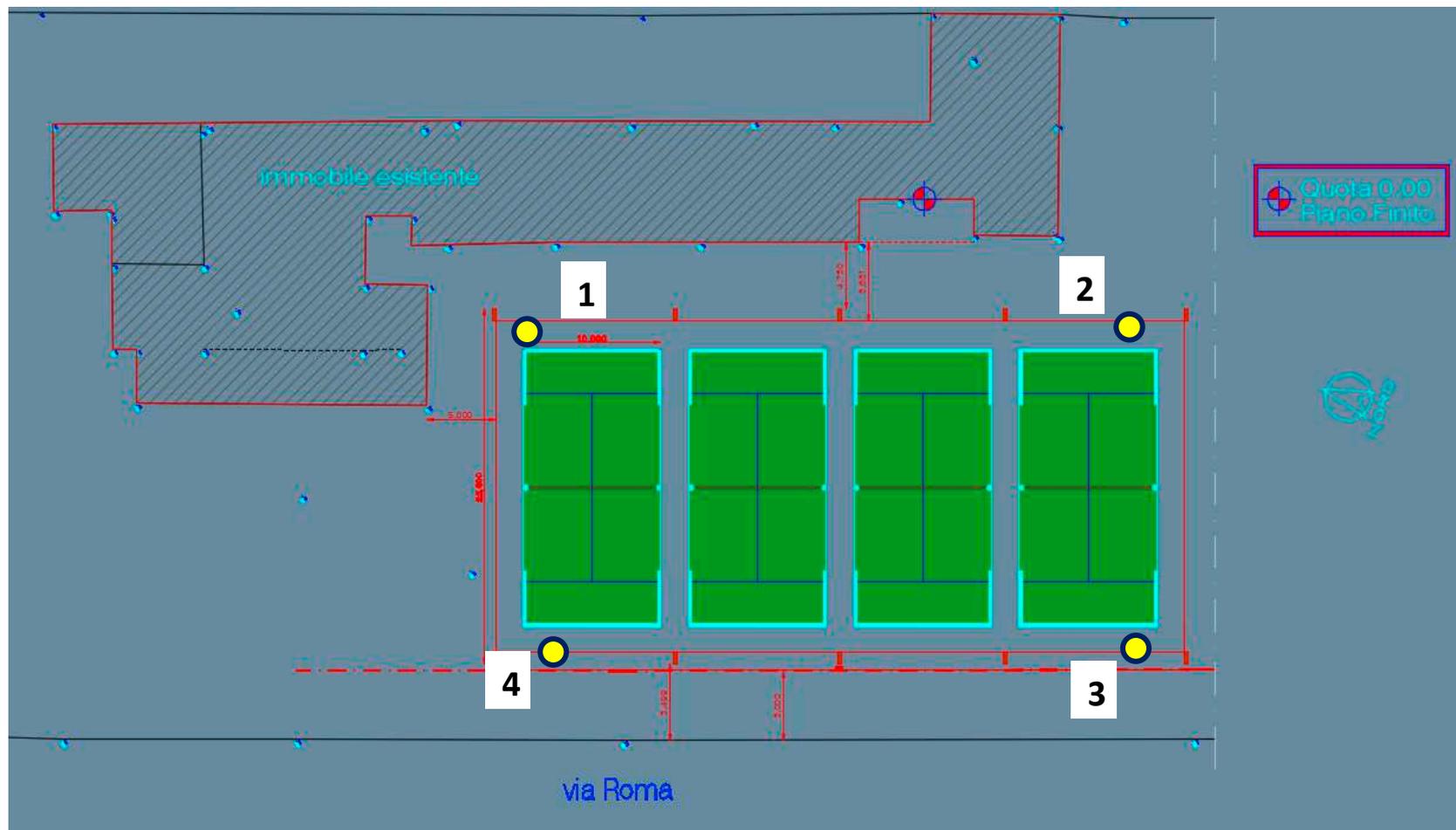
COMUNE DI PIANENGO (CR)

VIA ROMA 115 –

ESTRATTO DI FOTO MAPPA ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

● UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA SCPT DEL 27/05/22

REALIZZAZIONE DI CAMPI DA PADEL



## ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Localita': PIANENGO

Data: 27/05/2022

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (AGI Meardi)

W	H	A	D	Wa	Wc
73.0	75.0	60.0	51.0	7.0	55.0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 30.00 cm.

Profondità della falda = 3,0 m.

PROVA PENETROMETRICA n. 1

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc
0,3	4	3	6
0,6	4	3	6
0,9	3	2	4
1,2	2	2	4
1,5	3	2	4
1,8	10	8	15
2,1	14	11	19
2,4	11	8	13
2,7	16	12	18
3,0	22	17	24
3,3	20	15	20
3,6	17	13	17
3,9	14	11	14
4,2	9	8	10
4,5	7	6	7
4,8	4	3	4
5,1	4	3	4
5,4	5	4	5
5,7	13	11	13
6,0	14	12	14
6,3	22	21	24

z = profondità

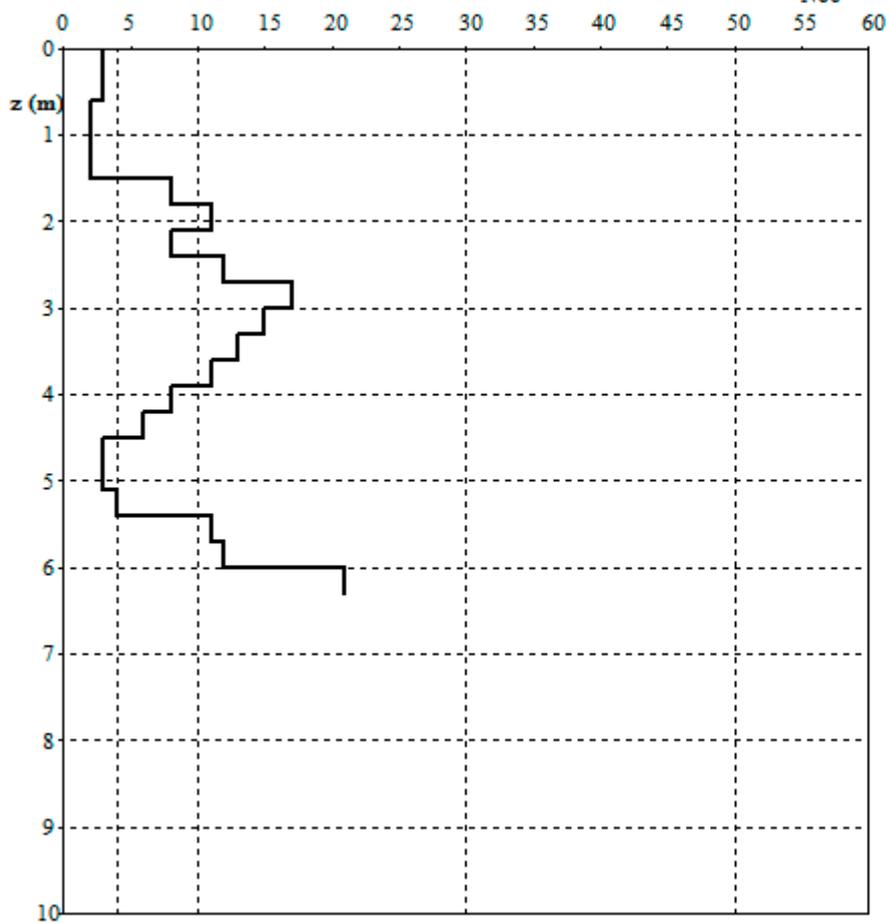
N = numero colpi originale

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

**Prova penetrometrica dinamica continua 1**  
**PIANENGO -**

**N60**





## ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Localita': PIANENGO

Data: 27/05/2022

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (AGI Meardi)

W	H	A	D	Wa	Wc
73.0	75.0	60.0	51.0	7.0	55.0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 30.00 cm.

Profondità della falda = 3,5 m.

PROVA PENETROMETRICA n. 2

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc
0,3	6	5	10
0,6	9	7	14
0,9	9	7	14
1,2	4	3	6
1,5	6	5	10
1,8	4	3	5
2,1	10	8	14
2,4	11	8	13
2,7	17	13	19
3,0	14	11	15
3,3	16	12	16
3,6	24	18	23
3,9	16	12	15
4,2	12	10	12
4,5	11	9	11
4,8	4	3	4
5,1	6	5	6
5,4	12	10	11
5,7	14	12	14
6,0	10	9	10
6,3	17	16	17

z = profondità

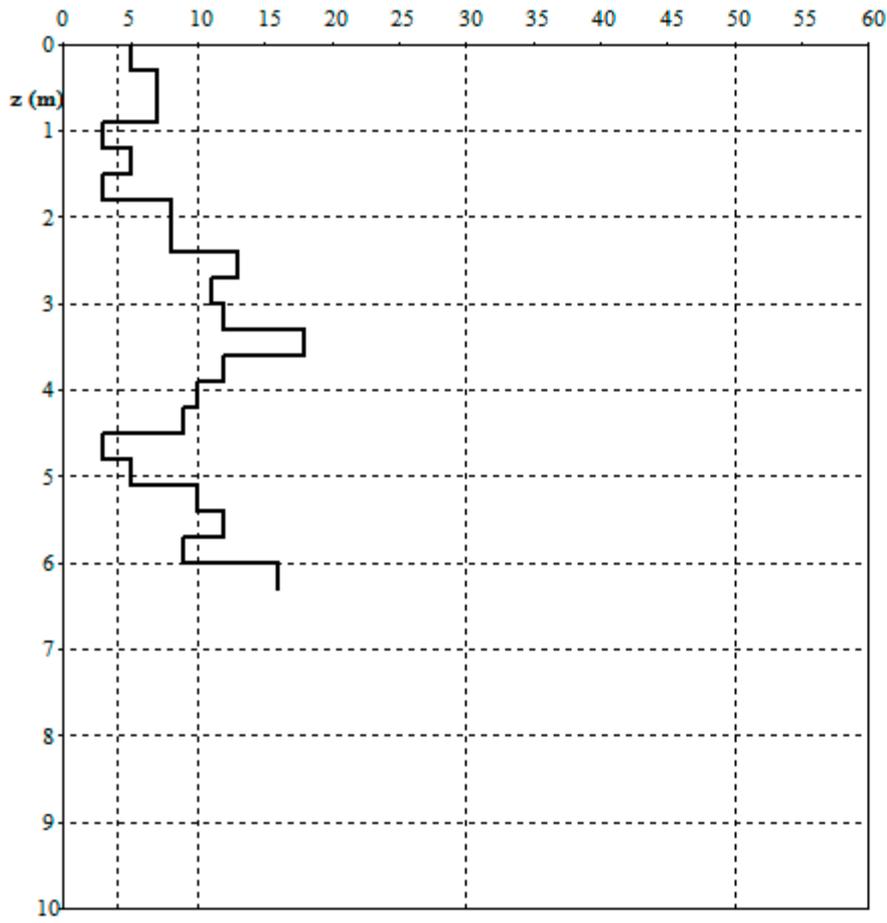
N = numero colpi originale

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

**Prova penetrometrica dinamica continua 2**  
**PIANENGO -**

**N60**





## ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Localita': PIANENGO

Data: 27/05/2022

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (AGI Meardi)

W	H	A	D	Wa	Wc
73.0	75.0	60.0	51.0	7.0	55.0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 30.00 cm.

Profondità della falda = 3,5 m.

PROVA PENETROMETRICA n. 3

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc
0,3	3	2	4
0,6	5	4	8
0,9	6	5	10
1,2	3	2	4
1,5	5	4	8
1,8	7	5	9
2,1	8	6	10
2,4	9	7	11
2,7	12	9	13
3,0	18	14	20
3,3	19	14	19
3,6	18	14	18
3,9	14	11	14
4,2	14	12	15
4,5	8	7	8
4,8	7	6	7
5,1	7	6	7
5,4	9	8	9
5,7	15	13	15
6,0	18	15	17
6,3	12	11	12

z = profondità

N = numero colpi originale

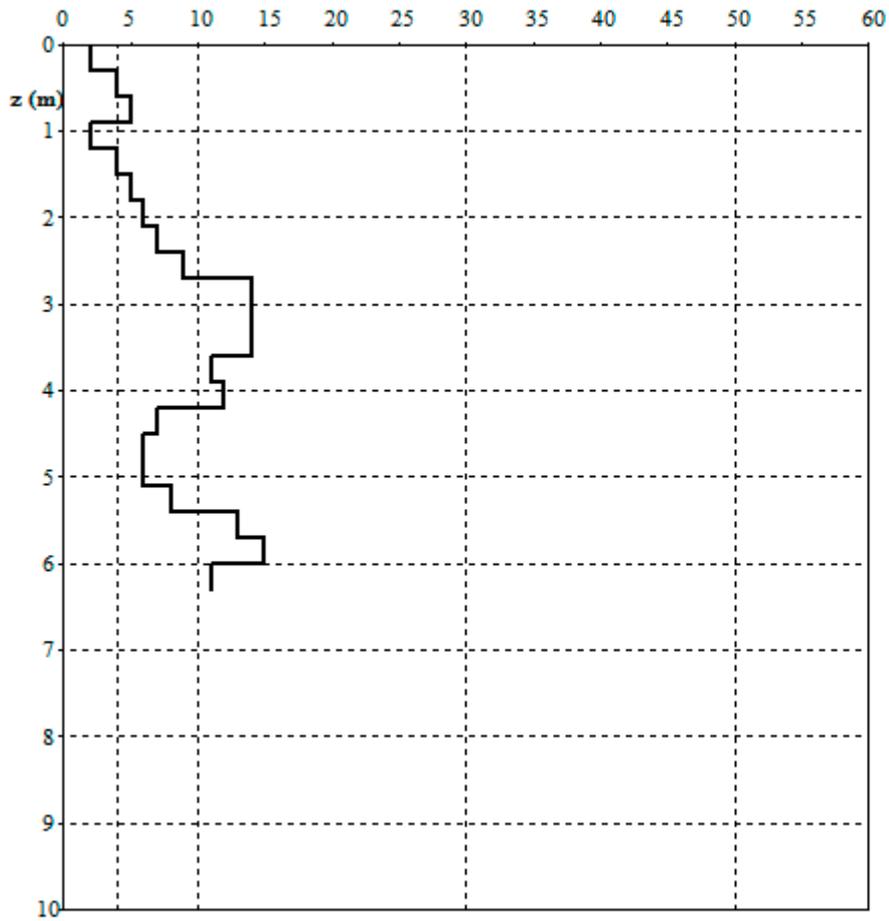
N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

**Prova penetrometrica dinamica continua 3**

PIANENGO -

N60





## ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Localita': PIANENGO

Data: 27/05/2022

Dati del Penetrometro:

DPSH Pesante (AGI Meardi)

W	H	A	D	Wa	Wc
73.0	75.0	60.0	51.0	7.0	55.0

W = peso del maglio (Kg)

H = altezza di caduta (cm)

A = Angolo d'apertura del cono (°)

D = Diametro di base del cono (mm)

Wa = peso delle aste (Kg/m)

Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 30.00 cm.

Profondità della falda = 3,5 m.

PROVA PENETROMETRICA n. 4

VALORI DI N

z (m)	N	N60	Nc
0,3	5	4	8
0,6	5	4	8
0,9	4	3	6
1,2	3	2	4
1,5	4	3	6
1,8	7	5	9
2,1	11	8	14
2,4	14	11	17
2,7	18	14	21
3,0	15	11	15
3,3	15	11	15
3,6	15	11	14
3,9	17	13	16
4,2	22	19	23
4,5	14	12	14
4,8	6	5	6
5,1	14	12	14
5,4	14	12	14
5,7	21	18	20
6,0	17	14	15
6,3	17	16	17

z = profondità

N = numero colpi originale

N60 = numero colpi standardizzato

Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica

**Prova penetrometrica dinamica continua 4**  
**PIANENGO -**

**N60**

